

Fabrikplanung und Fabrikbetrieb

Methoden für die wandlungsfähige und vernetzte Fabrik

Bearbeitet von
Michael Schenk, Siegfried Wirth, Egon Müller

1. Auflage 2004. Buch. xviii, 504 S. Hardcover
ISBN 978 3 540 20423 7
Format (B x L): 15,5 x 23,5 cm
Gewicht: 947 g

[Weitere Fachgebiete > Technik > Produktionstechnik](#)

schnell und portofrei erhältlich bei


DIE FACHBUCHHANDLUNG

Die Online-Fachbuchhandlung beck-shop.de ist spezialisiert auf Fachbücher, insbesondere Recht, Steuern und Wirtschaft. Im Sortiment finden Sie alle Medien (Bücher, Zeitschriften, CDs, eBooks, etc.) aller Verlage. Ergänzt wird das Programm durch Services wie Neuerscheinungsdienst oder Zusammenstellungen von Büchern zu Sonderpreisen. Der Shop führt mehr als 8 Millionen Produkte.

4 Planungsphasen, -objekte und -instrumente

Fabrikplanung und Fabrikbetrieb in einem ganzheitlichen Ansatz zu betrachten, bedeutet Fabriklebenszyklusgestaltung.

Die Fabriklebenszyklen richten sich einerseits nach dem Produkt-, Prozess- und Systemlebenszyklus und andererseits nach den Lebenszyklusphasen des Produktes „Fabrik“.

Die Lebenszyklusphasen einer Fabrik sind Gegenstand der Planung des gesamten Lebenszyklus oder einzelner Phasen davon. Sie stehen im engen Zusammenhang zwischen den zu planenden Objekten und den anzuwendenden Planungsinstrumentarien. Den Gesamtzusammenhang zwischen Planungsphasen und -stufen sowie den Planungsobjekten und -instrumentarien zeigt Abb. 4.1.

Dieser Betrachtungsraum ist Gegenstand nachfolgender Ausführungen.

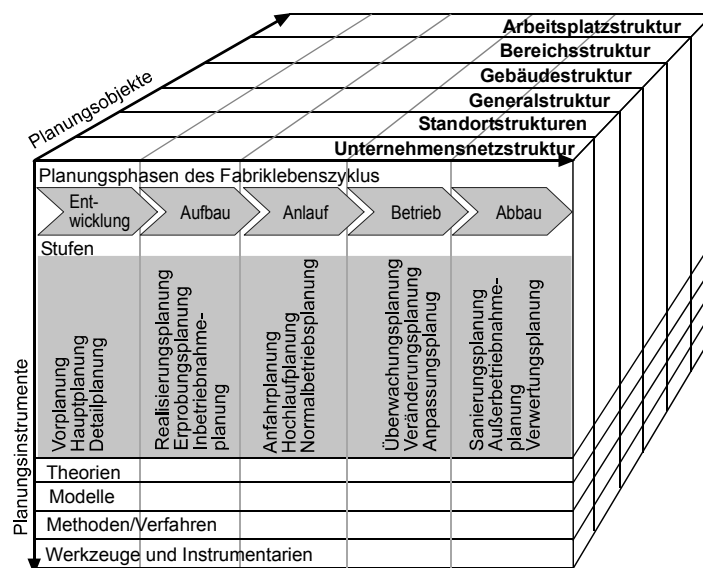


Abb. 4.1. Betrachtungsraum – Planungsphasen, -objekte und -instrumentarien

4.1 Fabriklebenszyklen, Planungsphasen und -stufen

4.1.1 Fabriklebenszyklen

a) Produkt-, Prozess-, Gebäude- und Flächenlebenszyklus

Das Leben einer wandlungsfähigen Fabrik beeinflussen neben Faktoren des sich schnell und dynamisch entwickelnden Umfeldes besonders die unterschiedlichen Lebensläufe der Produkte und Prozesse, die sich auf den Gebäudelebens- bis hin zum Flächennutzungszyklus auswirken.

Das Problem besteht in einer sinnvollen Balance zwischen kurzen Lebenszyklen von Produkten und Prozessen einerseits und einer längeren Lebens- und Nutzungsdauer der Fabrikanlagen (Maschinen, Anlagen und Gebäude) andererseits. Eine diesbezügliche Komponente der Wandlungsfähigkeit ist die Flexibilisierung der Lebenszyklen (Wirth et al. 1999c).

Den Unterschied der einzelnen Lebenszyklen verdeutlicht der Zusammenhang beispielsweise zwischen Produkt-, Prozess-, Gebäudelebens- und Flächennutzungszyklus in Abb. 4.2.

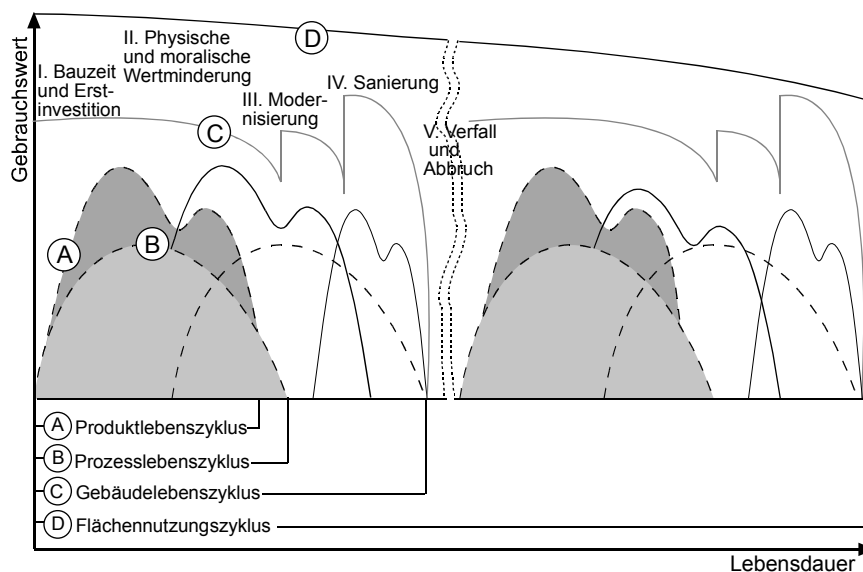


Abb. 4.2. Zusammenhang zwischen Produkt-, Prozess-, Gebäudelebens- und Flächennutzungszyklus (Wirth et al.2000a)

Die Zusammenhänge beruhen auf folgenden Veränderungen:

Produkt (A) – Der Produktlebenszyklus wird immer kürzer (kundenwunsch-, produkt- und branchenabhängig).

Prozess (B) – Er wirkt auf das Produktionssystem. Der Prozesslebenszyklus ist für einen oder mehrere Produktlebenszyklen ausgelegt. Er passt sich dem Produktlebenszyklus an.

Gebäude-/Fabriksystem (C) – Der Lebenszyklus der technischen Gebäudeausrüstung ist nach dem Prozess- und Produktionssystem- und teilweise nach dem Gebäudelebenszyklus ausgelegt.

Der Gebäudelebenszyklus ist unterschiedlich nach Gebäudeart (Leichtbau, Massivbau u.a.), meistens an Ersttechnologien ausgerichtet und hat sich den Veränderungen des Produktionssystemlebenszyklus anzupassen.

Flächennutzungszyklus (D) – Er orientiert sich an der Wiederverwertung sanierter Flächen auf vorhandener Infrastruktur (Flächenrecycling).

Der Fabriklebenszyklus wird durch die Produkt- und Prozesslebenszyklen bestimmt und erfordert einerseits die Wandlungsfähigkeit der Systemstrukturen sowie andererseits die zeitliche Harmonisierung der verschiedenen Lebenszyklen (z.B. Produktionsprozess- zum Gebäudelebenszyklus). Neben der Flexibilisierung der Lebenszyklen steht die wandlungsfähige Fabrik im Zentrum aller Betrachtungen.

b) Fabriklebenszyklusphasen

Gegenstand ist der in Abb. 4.3 gekennzeichnete Teil des Betrachtungsraumes mit den fünf Phasen des Fabriklebenszyklus.

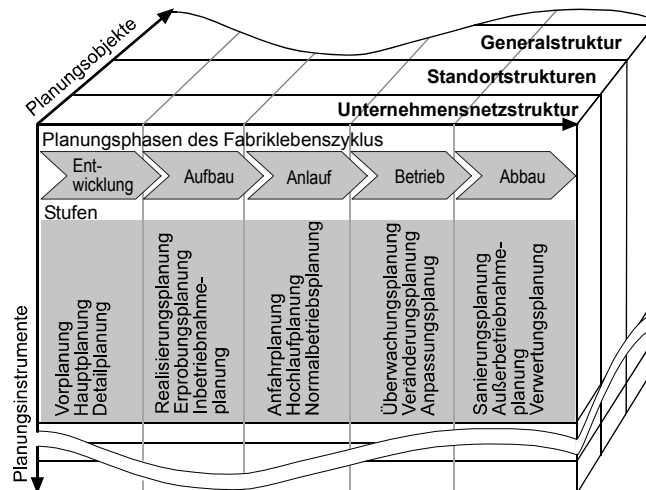


Abb. 4.3. Betrachtungsraum: Ebene der Planungsphasen und Planungsstufen

Hinter der Fabriklebenszyklusgestaltung verbirgt sich die ganzheitliche Betrachtung aller Phasen des Fabriklebenszyklus. Sie erstrecken sich unter der Voraussetzung, die Fabrik selbst als ein Produkt anzusehen über alle Phasen von der Entwicklung bis zum Abbau.

Alle Phasen unterliegen dem Wandel. Wandlungsfähigkeit bedeutet somit auch, die Veränderungen in den einzelnen Phasen sowie ihre Wirkungen untereinander auf den Gesamtzyklus zu berücksichtigen. Sie müssen geplant werden und stellen somit gleichzeitig Planungsphasen dar, die sich wiederum in jeweils drei Planungsstufen untergliedern.

Fabriklebenszyklusgestaltung erfordert ganzheitliches Denken unter Berücksichtigung aller Phasen.

Abbildung 4.4 verdeutlicht tendenziell die prozentuale Verteilung der Phasen I bis V (beispielhaft für den Bereich des Maschinen- und Anlagenbaues).

Fabriklebenszyklen sind in ihrer Lebensdauer und auch in der Verteilung der Zeitdauer der einzelnen Phasen unterschiedlich. Sie werden in letzter Konsequenz durch das herzustellende Produkt, die dafür notwendigen Geschäfts- und Produktionsprozesse sowie Produktions- und Fabrik-systeme bestimmt.

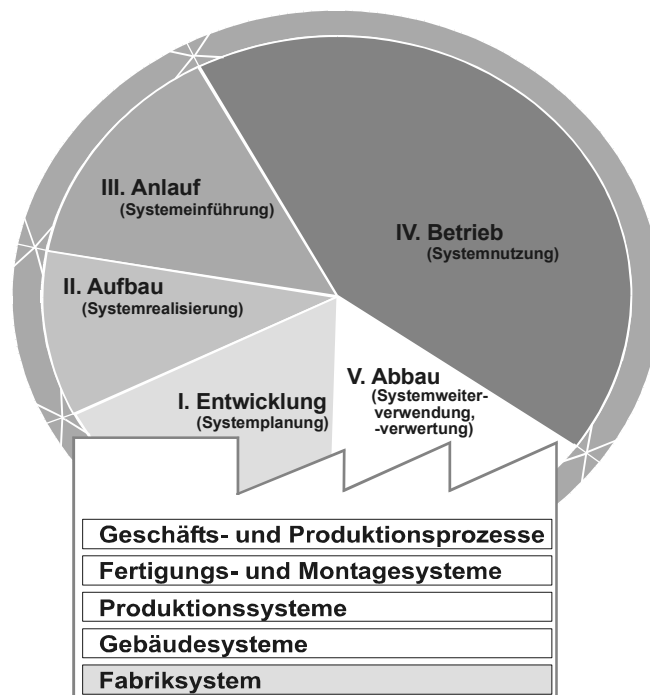


Abb. 4.4. Prozentuale Verteilung der Phasen des Fabriklebenszyklus (Beispiel)

Die ganzheitliche Fabriklebenszyklengestaltung stellt im Gegensatz zur bisherigen punktuellen Herangehensweise einen „erweiterten“ Planungsansatz für Fabriken dar.

c) Planungsphasen, -stufen, -häufigkeit und Projektmanagement

Der in Abb. 4.5 dargestellte Zusammenhang zwischen den Planungsphasen und -stufen, der Planungshäufigkeit sowie dem Projektmanagement verdeutlicht die Komplexität eines Planungs- und Projektierungsprozesses.

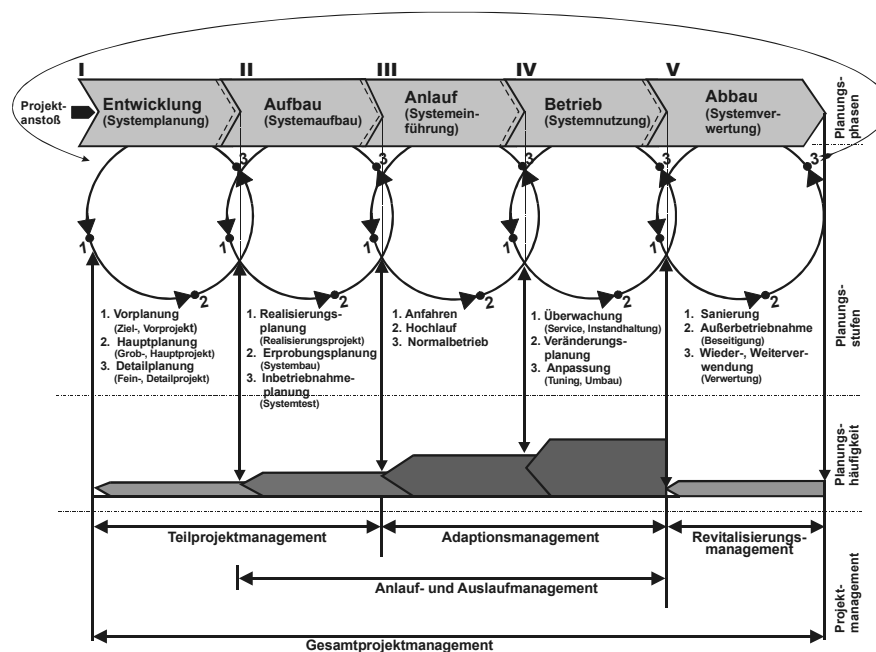


Abb. 4.5. Planungsphasen und -stufen der Produktions- und Fabriklebenszyklengestaltung

- **Planungsphasen**

Die fünf Planungsphasen der Lebenszyklengestaltung von Produktions- und Fabrikssystemen sind Entwicklung (I), Aufbau (II), Anlauf (III), Betrieb (IV) und Abbau (V). Sie bilden einen geschlossenen Kreislauf. Zwischen den einzelnen Phasen treten Rückkopplungen auf, die ebenfalls in ihrer Abhängigkeit zu gestalten sind.

- **Planungsstufen**

Innerhalb jeder einzelnen Phase existieren jeweils drei *Planungsstufen*.

- Planungshäufigkeit

Die Planungshäufigkeit (auch Planungsfrequenz genannt) ist in den Planungsphasen und –stufen unterschiedlich. Während sie in den Phasen I und V relativ gering ist, liegt eine hohe Häufigkeit in den Phasen III und IV vor. Letzteres macht die häufige „Umplanung“ zur Neuanpassung der Fabrik bei Veränderungen der Produkte und Prozesse mit unterschiedlichen Nutzungsvarianten deutlich.

- Projektmanagement

Die Planung und Steuerung der Fabrik in allen Lebenszyklen hat den ganzheitlichen Kreislauf als *Gesamtprojektmanagement* von der Entwicklung (Phase I) bis zum Abbau (Phase V) zu betrachten.

Das *Teilprojektmanagement* (Phase I und II) hat die Projektunterlagen von der Systementwicklung bis zur Systeminbetriebnahme zu erarbeiten, zu verfolgen und umzusetzen.

Das *Anlauf- und Auslaufmanagement* hat den Aufbau, Anlauf und Betrieb (Phase II – IV) projektübergreifend zum Inhalt.

Innerhalb des Anlaufmanagements gewinnt das *Adaptionsmanagement* insbesondere für den Serienbetrieb an Bedeutung. Hierbei geht es um die Sicherung einer permanenten Wandlungsfähigkeit des Systems mit seinen Prozessen und Anlagen von der Einführung bis zur Nutzung (Phase III und IV). Sie ist für die Beherrschung der Wandlungsfähigkeit von besonderer Bedeutung. Die Kundenwünsche und der wissenschaftliche Fortschritt bedingen Produktänderungen, die in Verbindung mit dem Anlauf neuer Serien (z.B. im Automobilbau) für das zu verändernde System beherrschbar gemacht werden müssen. Nach der „Erst“-Inbetriebnahme folgen in den meisten Fällen weitere Veränderungen und damit eine „Weiter“-Inbetriebnahme, die durch Umbau realisiert werden muss. Um diesen Prozess möglichst fehlerfrei und im Sinne einer hohen Projektqualität zu gestalten, bedarf es einer tiefgründigen Adaptionsplanung und -steuerung. Für die Einzel- und Kleinserienfertigung (z.B. Produktion von Sondermaschinen) wird im Allgemeinen der Anlaufprozess durch den Systemtest, d.h. die Erprobung im Versuchsfeld bzw. in Unternehmen durchgeführt.

Aufgabe des *Revitalisierungsmanagements* (Phase V) ist es, die Wieder- und Weiterverwendung des gesamten oder von Teilen des Systems zu prüfen, zu planen und zu realisieren. Durch Sanierung können vorhandene Systeme und Teilsysteme weiter genutzt werden. Ist dies nicht möglich, bleibt nur noch die Verwertung bzw. das Recyceln. Die Revitalisierung von Anlagen und ganzen Fabriken einschließlich ihrer Infrastruktur ist ein Prinzip wirtschaftlicher und ökologischer Vernunft.

Die Aufgaben des Adaption- und Revitalisierungsmanagement werden im Zusammenhang mit dem Facility Management in Kap. 5.3.2.2 betrachtet.

Entsprechend dem Phasengrundsatz werden nachfolgend für jede Planungsphase die idealtypischen Produktstufen mit den Aufgaben, Inhalten und Ergebnissen beschrieben, wobei nach jeder Stufe zu entscheiden ist, ob ein Projektabbruch oder eine -weiterbearbeitung erfolgen kann.

Der Fabriklebenszyklus ist als ein ganzheitlicher in sich geschlossener Kreislauf über alle Phasen zu planen und zu steuern. Die Planungshäufigkeit konzentriert sich auf die Phasen Anlauf (III) und Betrieb (VI). Die ganzheitliche Fabriklebenszyklusgestaltung ist Aufgabe von Fabrikplanung und Fabrikbetrieb.

4.1.2 Planungsphasen und -stufen

4.1.2.1 Entwicklung/Systemplanung

Ausgangspunkt ist der Projektanstoß. Er ist Auslöser für das in Gang setzen des Projektes. Hierzu sind der Projektleiter (-manager), das Projektteam und die Projektaufgabe zu bestimmen. Sie haben den Projektauftrag (Problem, Idee, Projektwürdigkeit) kritisch zu bewerten. Nach positiver Entscheidung durch den Investor (Unternehmer) erfolgt durch eine Projektidee die Auslösung des Projektes nach Projektphasen.

Es wird TOP-DOWN nach dem Grundsatz „vom Groben zum Feinen“ sowie „vom Ganzen zum Einzelnen“ geplant.

a) Vorplanung I/1 (Zielplanung – Vorprojekt)

Ziel: Rechtzeitiges Erkennen von erfolglosen Projekten und Projektaufträgen, Basis für Hauptstudie, Einordnung des Projektes in die Projektrangfolge, Machbarkeitsstudie (vgl. Brankamp 1999).

Aktivitäten: Problemfeld abgrenzen, Situationsanalyse/Standortbestimmung, Lösungsprinzipien (grundsätzliche) erarbeiten und bewerten, Wirtschaftlichkeitsüberlegungen (grob) anstellen

Ergebnisse: Aufbau- und Ablauforganisation des Planungssystems (Projektteam), Projektstruktur- und -ablaufplan, Lösungsprinzipien, Zielsetzungen (Projektauftrag und -unterlagen) für Hauptstudie, Dokumentation für Meilensteinentscheidung (z.B. Neu-, Erweiterungs-, Erneuerungs-, Restrukturierungs-, Verlagerungs-, Ausgliederungsplanung)

Inhalt: Erstellen eines Fabrikplanungskonzeptes. Es besteht aus den Teilkonzepten:



Abb. 4.6. Innovationsanstoß und Innovationsarten i.A. (Wirth u. Baumann 1998, S. 96)

- Absatz- und Marketingkonzept

Basis ist die Innovation, die durch Forschung oder durch den Kunden angestoßen wird. Abb. 4.6 zeigt Innovationsanstoß und Innovationsarten. Sie sind Bestandteil der Anforderungsanalyse der Unternehmen, der Produktanalyse sowie der Markt- und Kundengruppenanalyse entsprechend Abb. 4.7.

Der Inhalt des Marketingkonzeptes konzentriert sich auf:

- strategische Produktplanung (Absatzplanung),
- Festlegen von Aktionen für die Zielmärkte,
- Ermitteln der potenziellen Kunden und Kundengruppen,
- Bestimmen von Markteinführungsstrategien,
- Wandeln von Marktsegmenten in Segmente bzw. Bereiche der Produktion (z.B. Produktionsbereich Welle in Marktsegment Autoindustrie, Maschinenbau).

- Produktkonzept

Das Produktkonzept fixiert alle Rahmenvorgaben zu den wirtschaftlich absetzbaren Produkten, insbesondere zu den Produktinnovationen.

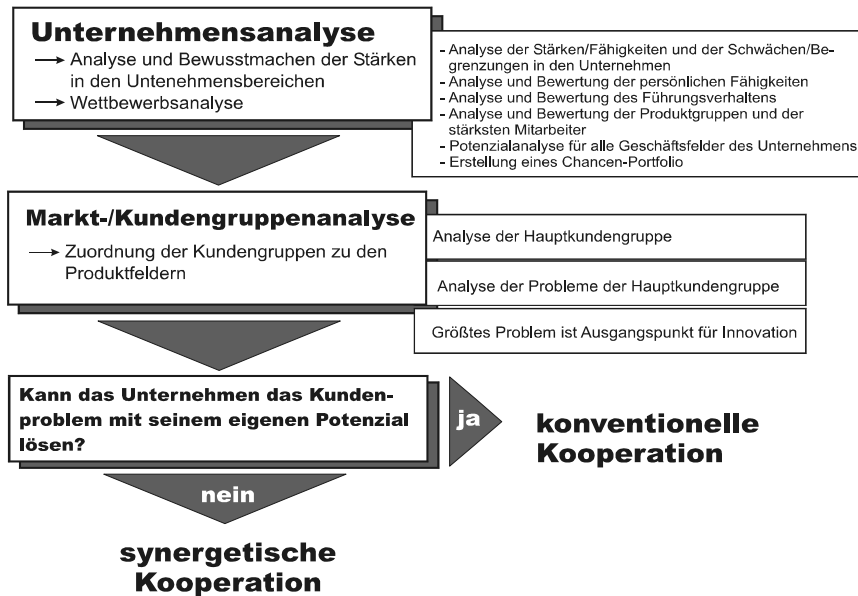


Abb. 4.7. Auslösen kundenorientierter Innovation (Wirth u. Baumann 1998, S. 110)

Es beschreibt damit im Wesentlichen die Produktplanung als das entsprechende

Vorgehen von der Ideefindung bis zur Erarbeitung der Fertigungsunterlagen. Hierbei spielen Untersuchungen zum Produktlebenszyklus gemäß Abb. 4.8 sowie die Produktmengenplanung eine dominierende Rolle, vgl. hierzu (Spur 1994; Wiendahl 1997).

Schwerpunkte der Analyse sind das Produktentwicklungs- (VDI 2222), Produktnutzungs- und Produktverwertungskonzept (VDI 2243).

- Produktionskonzept

Es baut direkt auf dem Produktkonzept auf und fixiert die Produktherstellungsprozesse hinsichtlich ihrer technisch-technologischen und organisatorischen Gestaltung. Grundlage bilden die Einflussfaktoren (z.B. Produktionsprogramm, Arbeitsorganisation, Fertigungsverfahren, Technologie, Logistik, Wirtschaftlichkeit und Umweltvorsorge). Es werden die Leistungseinheiten, das Fabriksystem mit seinen Subsystemen und den wichtigsten Flussystem hinsichtlich ihrer Dimension und Struktur grob erarbeitet (vgl. auch hierzu Spur 1994).

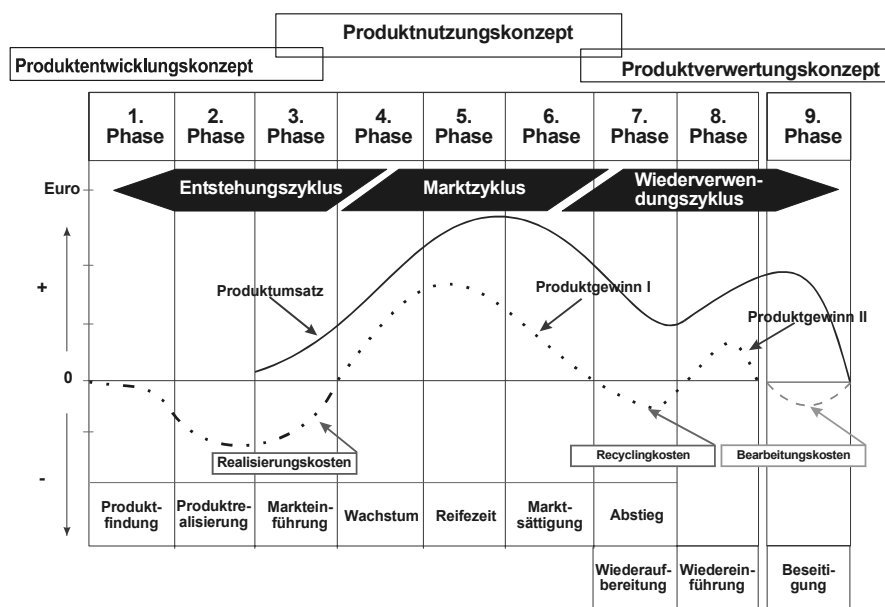


Abb. 4.8. Produktlebenslaufzyklus (in Ergänzung zu Wiendahl 1997, S. 92)

- Personalkonzept

Es beschreibt die erforderlichen Maßnahmen zur Personalausstattung bzw. -entwicklung. Grundlage bilden die Einflussfaktoren und Auswirkungen, wie z.B. Art und Anzahl des Personals, Entlohnung, Qualifizierung, Arbeitsorganisation, Personalentwicklung und -bewertung (Hornung 1999; Luczak 1999).

- Wirtschaftlichkeits- und Finanzierungskonzept

Alle Geschäftsprozesse des Unternehmens und der zu planenden Fabrik beeinflussen seine Wirtschaftlichkeit, indem sie die Wertschöpfung direkt und/oder indirekt betreiben und dabei Kosten verursachen.

Das Wirtschaftlichkeitskonzept ist aufzufassen als die Fixierung der vom Investor (Unternehmer) zu erreichenden konkreten Rentabilitäts- und finanziellen Ziele sowie der dementsprechenden grundlegenden Realisierungsmaßnahmen (Kostensenkung, Investition, Betriebskosten, Preisbildung u.a.). In (Plinke 2000; Götze 2002) wird darauf ausführlich eingegangen. Damit existiert es nicht autark, sondern wirkt im Rahmen des Unternehmenskonzeptes auf jedes der aufgeführten Fabrikplanungskonzepte. Jeder Beurteilung und Beeinflussung der Wirtschaftlichkeit eines Unternehmens werden monetäre Werte zugrunde gelegt. Ihre regulierende Wirkung beziehen diese aus den Märkten.

Das Finanzierungskonzept beinhaltet die Art und Weise der Finanzierung des Vorhabens einschließlich der Anforderungen, die entsprechend eines Finanzierungsrahmens für die jeweiligen Zeitabschnitte bereitzustellen sind.

b) Hauptplanung I/2 (Grobplanung – Hauptprojekt)

Zweck: Fundierte Basis für Entscheide zum weiteren Projektverlauf, Basis für die Detailstudien, Erkennen und Klären von „Gefahren“ (Knackpunkten) im Projektvorhaben.

Aktivitäten: Erarbeiten von Konzeptvarianten für das Gesamtsystem, vergleichende Beurteilung der Konzeptvarianten, Bereitstellung und Erarbeitung von Unterlagen für Detailkonzepte, Abklärung wichtiger Detailprobleme, Konzipierung kritischer Komponenten des Fabriksystems und des Gesamtprojektes.

Ergebnisse: Konkretisierte Projektstruktur- und -ablaufpläne einschließlich Aufbau- und Ablauforganisation des Planungssystems (Projektteams), Konzeptvarianten für das Gesamtkonzept (-system), Zielsetzungen (Projektaufträge und Unterlagen) für die Detailstudien, Dokumentation für Meilensteinentscheidung (evtl. Realisierungsentscheid).

Inhalt: Das zu gestaltende System und die konkreten Wirkungen des Gesamtsystems auf das und mit dem Umfeld werden fixiert. Es sind konkrete Aussagen zur fundierten Beurteilung der Funktionstüchtigkeit, Zweckmäßigkeit und Wirtschaftlichkeit zu machen. Das Ergebnis der Hauptplanung ist ein Gesamtkonzept. Es soll ermöglichen, die weitere Entwicklung und Realisierung in einem geordneten Rahmen durchführen zu können (Daenzer u. Huber 1994). Inhalt der erstellten Feasibility-Studie ist die funktional-technisch-wirtschaftlich optimale Gesamtkonzeption, die Struktur-, Grob- und Bereichsplanung sowie die Budgetierung und Kostenplanung. Die Empfehlungen für Entscheidungsgrundlagen werden gegeben.

c) Detailplanung I/3 (Feinplanung – Detailprojekt)

Zweck: Fundierte Basis für Entscheide zum Systemaufbau

Aktivitäten: Ausarbeitung realisierungsreifer Lösungen für die einzelnen Sub-, Teilsysteme und Systemelemente, Einholung von Angeboten, Abschließen von Leistungsverträgen, Koordinierung von Detailprojekten, genaue Kosten- und Wirtschaftlichkeitsrechnung.

Ergebnisse: Konkretisierte Projektstruktur- und -ablaufpläne, konkretisierte Aufbau- und Ablauforganisation des Realisierungsteams (Projektteams), realisierungsreife Dokumentation und Ausführungspläne für Sub- und Teilsysteme sowie Systemelemente, Schulungs- und Einführungsdokumentationen, Dokumentationen für Realisierungs- und Investitionsentscheide.

Inhalt: Die Betrachtungsfelder sind relativ isolierte Sub- und Teilsysteme oder Teilprobleme, die sich über mehrere Systemebenen auffächern und Wirkungen im Rahmen des übergeordneten Systems haben können. Hierzu werden folgende Fragen beantwortet (Daenzer u. Huber 1994):

- Sind die sich aus dem Gesamtkonzept ergebenden Anforderungen an die Detailkonzepte erfüllt?
- Kann das Detailkonzept in den Rahmen des Gesamtkonzeptes eingeordnet werden, ist es integrierbar? Erfüllt es die ihm zugedachten Funktionen? Weist es Eigenschaften auf, die aus der Sicht des Gesamtkonzeptes unerwünscht sind?
- Ist es so konkretisiert, dass es in der Folge gebaut werden kann?

Der Hauptinhalt besteht in der detaillierten Aufgabe der in der Hauptplanung fixierten Konzeption bezüglich der Bereinigung der Planungsunterlage, Vorbereitung der Bauprojekte und Spezifizierung der Leistungen für Subunternehmen und Gewerbe.

4.1.2.2 Aufbau/Systemaufbauplanung

Basis sind die vorangegangene Detailplanung und das -projekt. Darauf aufbauend erfolgen die konkrete Ausführungsplanung, die Systemrealisierung und die -erprobung. In der Praxis wird häufig die Ausführungsplanung bereits in der Detailplanung mit realisiert.

Hier findet ein wesentlicher Gestaltungsprozess statt, der die Wandlungsfähigkeit erheblich beeinflusst. Dies bezieht sich im Besonderen auf:

- Genehmigungen: Unter Beachtung von Abnahmevorschriften, Verordnungen und Gesetze zur Arbeitssicherheit, zu Auswirkungen von Prozessen, Maschinen, Anlagen und Ausrüstungen auf Personen und Öffentlichkeit, Abstandsmaße und zum Umweltschutz,
- Ausschreibungen: Für Ausführungsarbeiten, z.B. Einholung von Angeboten über Pflichtenhefte und Spezifikationen für Gewerke, Maschinen und Anlagen u.a. Vergabeformen und -verfahren für Lieferungen und Leistungen (z.B. Betriebsmittel, Software). Die verschiedenen Vergabeverfahren zeigt Abb. 4.9,
- Angebotsauswertung und Auftragsvergabe: Angebotsbewertung durch Anbietervergleich über Bieterlisten (Leistungsbeschreibung und Verzeichnis) und Auftragsvergabe nach Zielkriterien,
- Vertragsgestaltung: Werk-, Werklieferungs-, Kauf- und Dienstvertrag zwischen Partnern, in denen die Haftung, Gewährleistung und Kündigung fixiert sind,

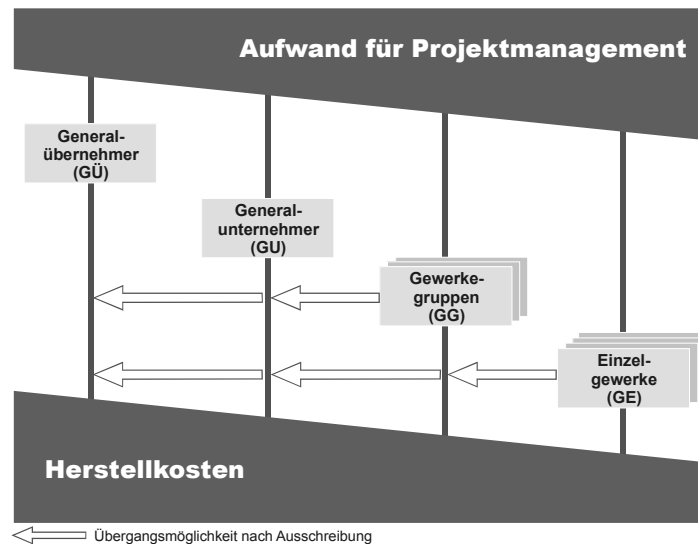


Abb. 4.9. Vergabeverfahren – Einfluss auf Projektmanagement und Herstellungskosten (Schulte 2003)

- Claim Management: Sammlung, Aufbereitung und Aktualisierung von Ansprüchen und Forderungen zum Fixieren der Abweichungen vom Vertragswerk.

a) Realisierungsplanung II/1 (Realisierungsprojekt)

Zweck: Vorlage aller vorbereiteten Arbeiten, für die materiell-technische Systemrealisierung.

Aktivitäten: Systemrealisierungsunterlagen aufbaureif gestalten, inhaltliche und zeitliche Koordination der Haupt-, Sub- und Nachauftragnehmer einschließlich ihrer Projekte, Gewerke und Objekte.

Ergebnis: Layout und Zusammenbauzeichnungen, die Gesamtablaufpläne einschließlich Planungsorganisation, Terminplanung und Budgetierung für die Systemrealisierung, Maßnahmen zur Absicherung und Umsetzung der Planung.

Inhalt: Alle Unterlagen für die Systemrealisierung sind ausgearbeitet. Dazu gehören: Das Infrastruktur- und Bauprojekt, die Spezifikation für Ausschreibungen und Bestellungen des Systems (z.B. Einrichtungen für die Flusssysteme) sowie die Vergabeverhandlungen nach Leistungsumfang und Kosten; Rohbau- und Ausbauplanung für das Gebäude, die Gebäudetechnik und das Produktionssystem; Montageplanung und Montageanleitungen einschließlich des Projektmanagements für den physischen Aufbau;

Strukturierung, Aufbau- und Ressourcenplanung, Projektorganisation und Planung der Absicherungsmaßnahmen einschließlich Störfaktoren.

Auf die Vorgehensweise bei der Realisierung des Systemaufbaues wird im Hinblick auf die Strukturierung des Leistungsumfanges, der Ablaufplanung, Zeit- und Terminplanung, Kosten- und Finanzplanung, Ablaufoptimierung und Projektorganisation ausführlich in (Ehl 1999) eingegangen.

b) Erprobungsplanung II/2 (Erprobungsprojekt)

Hier erfolgt die Planung der physisch realisierten Systemtechnik für das Produktions- und Fabrikssystem. Eingeschlossen sind die technische Arbeitsgestaltung, die sicherheitstechnische Gestaltung von Arbeitssystemen und die ergonomische Arbeitsgestaltung.

Zweck: Einführungsreifer Aufbau der Objekte, Sub- und Teilsysteme (Maschinen und Anlagen).

Aktivitäten: System bauen/realisieren, Lösungen benutzungsreif machen, Kosten überprüfen.

Ergebnis: Realisierte Systemlösung, einführungsbereites System einschließlich Hard- und Software.

Inhalt: Umsetzung der Realisierungsplanung bezogen auf das Projekt, die Teilprojekte und Teilsysteme, die Gewerke, die zeitlichen Abläufe und die Objektgestaltung.

Im Mittelpunkt stehen die Fertigungs-, Montage-, Produktions- und Gebäudesysteme sowie die Einrichtungen der Flusssysteme. Dafür sind die vergebenen Leistungen, die Lieferungen sowie die Montage/Implementierung zu koordinieren und zu kontrollieren. Ausführlich wird auf die Durchführung der Realisierung bezogen auf die erforderlichen Aktivitäten, Methoden und Hilfsmittel in (Ehl 1999) eingegangen.

c) Inbetriebnahmeplanung II/3 (Systemtest)

Zweck: Abschluss aller vorbereitenden Arbeiten zur Übergabe des Systems an den Nutzer.

Aktivitäten: Planung der Gesamtsystemtestung nach Aufstellung, Montage und Überprüfung aller Subsysteme und Teilsysteme bis hin zur Abnahmeprüfung und zum Nacharbeiten bei gleichzeitiger Qualifikation der Mitarbeiter.

Ergebnis: Übergabe des funktionstüchtigen Gesamtsystems an den Nutzer und an das bereits im Vorfeld geschulte Personal. Mit dem „Vorfahren“ der vereinbarten Leistungsparameter wird der Übergabeprozess beendet und die „Erstinbetriebnahme“ vollzogen.

Inhalt: Die Inbetriebnahme ist Voraussetzung für die Systemeinführung und damit für die Übergabe an den Nutzer. Dazu gehörig ist die spätere Unterweisung zur Handhabung des Systems. Im Allgemeinen werden die Maschinen und Anlagen einschließlich der dazugehörenden Software beim

Hersteller auf Funktionsfähigkeit vorgeprüft. Zum Erkennen von Fehlern und Schwachstellen werden Funktionsproben, Betriebsproben, Leistungsprüfungen und der Probetrieb nach Phasen durchgeführt (Aggteleky 1987). Dies bezieht sich vorwiegend auf alle Sub- und Teilsysteme, die in ihrer Gesamtheit vor Ort beim Nutzer hinsichtlich ihrer Leistungsdaten vorgeführt und abgenommen werden müssen.

Bis zur Inbetriebnahme und dem Betrieb der Fabrik sind Pläne für die Mitarbeiterqualifikationen so abgeschlossen, dass die Probleme der Anlagenwirtschaft im System beherrscht werden können (vgl. Ehl 1999; Spur 1994).

4.1.2.3 Anlauf (Systemeinführungsplanung)

Hierbei geht es um die zusammengehörige Betrachtung der Adaptionsplanung und -steuerung nach der „Erstinbetriebnahme“, um die „Weyternutzung“ des Systems durch Veränderungen von außen. Insofern ist der Prozess des Anlauf- und Auslaufmanagements ein permanent wiederkehrender Prozess. Er beinhaltet den Aufbau (Umbau), den Neuanlauf und die „Neunutzung“. Die Systemerprobung, die ursächlich auf das Endprodukt und den Erstproduktionsprozess ausgelegt war, erfährt eine neue Dimension der Überplanung des Systems.

Der *Anlauf* (III) vollzieht sich somit durch das *Anfahren* (III/1), den *Hochlauf* (III/2) und den *Normalbetrieb* (III/3) für das jeweilige Produktionsprogramm. Die Projektierung dieser Phasen erfolgt analog dem Aufbau, allerdings bei Berücksichtigung vorhandener Systeme (Schmahls 2001; Eversheim et al. 2002; Klinkner u. Risse 2002).

4.1.2.4 Betrieb (Systemnutzungsplanung)

Der Betrieb und die Systemnutzung (IV) ist mit dem Anlauf (III) eng verbunden. Die Aufgabe der Produktionsplanung und -steuerung, auf die gesondert eingegangen wird, vollzieht sich über die Zyklen *Überwachung* (IV/1) (Service und Instandhaltung), *Veränderungsplanung* (IV/2) und *Anpassung* (IV/3) durch Tuning und erforderlichen Umbau von Sub- und Teilsystemen (Wirth et al. 1999c; Mann u. Löffler 2000).

Zur Beherrschung der Wandlungsprozesse sind ebenfalls produktionsnahe Qualifizierungskonzepte und Personalschulungen notwendig.

Für die Systemnutzung, das Betreiben und die Handhabung des Systems sind Betriebserfahrungen und Änderungswünsche systematisch zu sammeln, damit sie für die kontinuierliche Verbesserung (KVP) des Vorhandenen oder für die Neugestaltung analoger Systeme verwendet werden können.

Mit der Systemnutzung ist das eigentliche Ziel erreicht. Es werden die geplanten Prozesse sowie die Wertschöpfung durch Leistungserstellung in Form von Produkten realisiert. Wenn sich im Laufe der Systembenutzung herausstellt, dass eine Umgestaltung größeren Ausmaßes oder sogar eine Neugestaltung des Systems erforderlich ist, so ist dies der Anstoß zu einem neuen Projekt, womit der Ablauf neu beginnt (Abb. 4.10).

Die Anlauf- und Betriebsphase wird in der Praxis bei Produkt-, Prozess- und Systemänderung mehrfach durchlaufen. Dies ist eine der häufigsten Planungsaktivitäten.

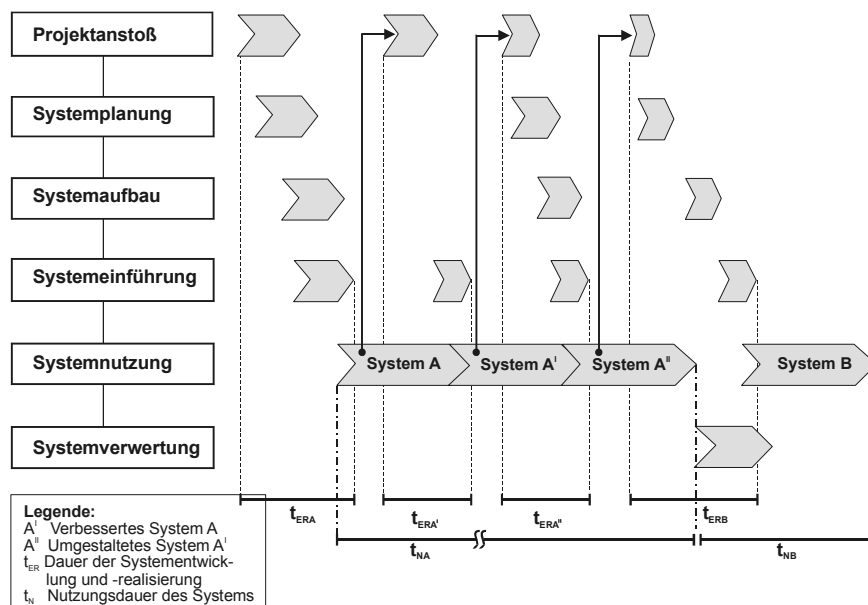


Abb. 4.10. Einordnung der Entwicklung, Realisierung und Nutzung von Produktionssystemen

4.1.2.5 Abbau (Systemverwendungs-/verwertungsplanung)

Jeder Hersteller von Produktions- und Fabrikssystemen hat die „Produktverantwortung“ bis zur Systemverwertung. Produktion, Nutzung und Entsorgung sind als geschlossenes Ganzes zu sehen und zu planen. Life-Cycle-Engineering befasst sich mit ganzheitlich geschlossenen Gestaltungskonzepten technischer Produkte und Anlagen. Das Bekenntnis zum vorsorglichen nachhaltigen umweltverträglichen Wirtschaften beginnt mit

der Systementwicklung und endet mit der Systemverwertung. Eine Möglichkeit der Erfüllung dieses Anspruches wird in einer Wiederverwendung und Weiterverwertung einschließlich der Aufarbeitung und Aufbereitung von gebrauchten Produktionssystemen oder Teilen gesehen.

a) Sanieren V/I

Zweck: Verbesserung des Systems, so dass der „alte“ Leistungszustand annähernd wieder hergestellt wird.

Aktivität: Maßnahmen zur weiteren Nutzung bestehender Systeme ggf. auch durch Modernisierung.

Ergebnis: Lebenszyklusflexibilisierung und -verlängerung

b) Außerbetriebnahme V/II

Zweck: Stilllegung oder Beseitigung des Systems.

Aktivität: Möglichst zerstörungsfreie Demontage des Systems, der Einzelteile, Baugruppen, ganzer Maschinen und Anlagen, reinigen, prüfen und über Wiederbearbeitung entscheiden.

Ergebnis: Pool von Baugruppen, Maschinen und Anlagen, die zur Weiternutzung empfohlen (z.B. Verlagerung kompletter Anlagen im Sinne von Retrofitting) oder zur Verwertung bereitgestellt werden.

c) Wieder-, Weiterverwendung und -verwertung V/III

Zweck: Verwertung, d.h. Wieder- und Weiterverwertung funktionstüchtiger Systemkomponenten. Verwendung, d.h. Wiederverwendung für andere Systeme und Systemkomponenten. Recyceln (nach VDI 2243) nach Kreislaufarten, Behandlungsprozessen und Formen.

Ergebnis: Wieder- und Weiterverwertung nach Ende der primären Nutzung.

Inhalt: Neben der Instandhaltung, Modernisierung, Sanierung, die „Up-cycling“ genannt wird, ist „Downcycling“ von Komponenten eines Systems im Sinne der Weiterverwertung als Ausgangsschritt für Produktions- und Fabrikssysteme erforderlich (Steinhilper u. Hudelmaier 1993).

Die physische und moralische Wertminderung von Systemen führt letztlich, insbesondere bei Fabrikssystemen zum Verfall und Abbruch bis hin zum Flächenrecycling. Das betriebswirtschaftliche Zustandsmodell nach Abb. 4.11 zeigt die Reaktivierungskosten und Vermögenswerte von der arbeitsfähigen Fabrik bis hin zur Brache. Für die Revitalisierung und Entwicklung von Branchen existieren Handlungsvorschriften in Form von Leitfäden (Stahl et al. 2003).

Eine teilweise Wiedernutzung der dafür in Frage kommenden Potenziale über die Schritte Wertermittlung, Verkauf und Neuinvestition läuft auf eine Sanierung mit einer Neunutzung der Fabrik hinaus. Der Erfolg dieser

Verwertungsstrategie hängt maßgeblich vom Finden bzw. Entwickeln marktgerechter Produkte und wettbewerbsfähiger Prozesslösungen ab.

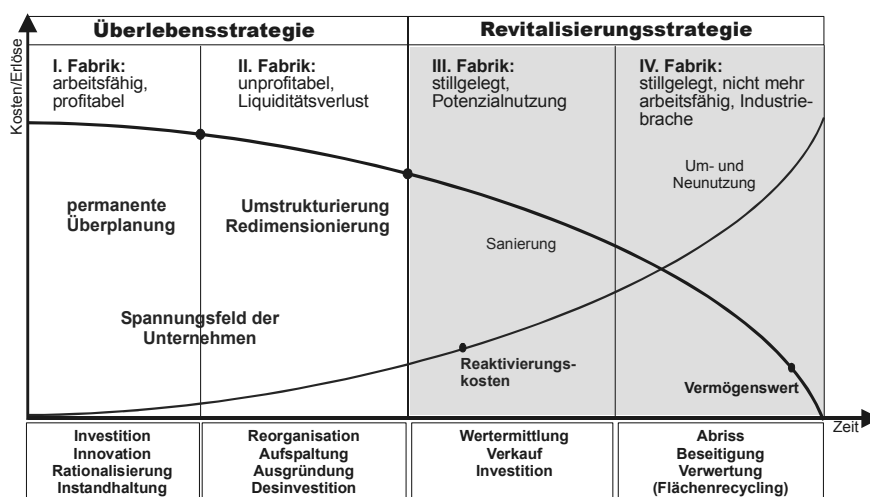


Abb. 4.11. Betriebswirtschaftliches Zustandsmodell i.A. (Strunz 1992) für das Überleben und die Verwertung einer Fabrik

In der fortgeschrittenen Verwertungsphase Revitalisierung durch Um- bzw. Neunutzung (Phase IV) ist für die Situation der Fabrik typisch die

- unumgängliche Stilllegung, nicht mehr arbeitsfähige Industriebrache mit
- geringem Vermögenswert und
- hohen Reaktivierungskosten.

Der Standort bzw. die „Industriebrache“ wird über die Schritte Abriss, Altlastensanierung, Flächenrecycling und Parzellierung zur Um- und Neunutzung angeboten.

Im Falle der Nicht-Arbeitsfähigkeit der Fabrik steht die strategische betriebswirtschaftliche Entscheidung zwischen Neuplanung („auf der grünen Wiese“) und angepasster Weiternutzung (Revitalisierung) an. Dies läuft auf eine Investitionsentscheidung mit Hilfe der Ermittlung der Betriebswirtschaftlichkeit beider Möglichkeiten hinaus (vgl. Abb. 4.12).



Abb. 4.12. Investitionsentscheidung Neuplanung oder Revitalisierung (Wirth u. Baumann 1998, S. 16)

4.2 Planungsobjekte und Strukturebenen

Für das Planen und Betreiben von wandlungsfähigen Fabrikstrukturen ist es sinnvoll, dies auf der Basis von Struktureinheiten (Leistungseinheiten), die sich verschiedenen Strukturebenen zuordnen lassen, durchzuführen. Abbildung 4.13 zeigt die Erweiterung der Strukturebenen der Planungsobjekte im Zusammenhang in Anlehnung an (Henn u. Kühnle 1999), die die Grundlage für die nachfolgenden Ausführungen bildet.

Die Arbeitsplatz-, Bereichs- und Gebäudestrukturen bilden in ihrer Einheit die Fabrikstruktur. Diese ist wiederum eng verknüpft mit der Infrastruktur, die durch die General- und Standortstruktur mitbestimmt wird.

Sie sind in Verbindung mit der Fabrik- (Gebäude-)Struktur zu planen. Die (Unternehmens-)Netzstruktur stellt eine ergänzende Besonderheit dar, die sich erst mit der standortübergreifenden Vernetzung von Leistungseinheiten herausgebildet hat.

Nachfolgend werden im Betrachtungsraum die Strukturebenen der Planungsobjekte gemäß Abb. 4.14 näher beschrieben.