

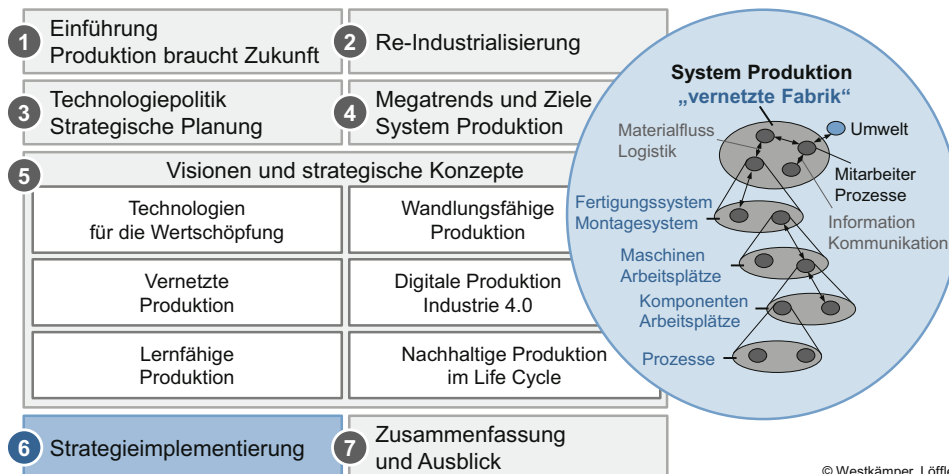
Implementierung von Strategien in das System Produktion

6

Die Wirkung einer Strategie folgt ihrer Umsetzung

Zusammenfassung

Damit Strategien keine Illusion bleiben, bedarf es Roadmaps mit konkreten Maßnahmen für eine sinnvolle und beherrschbare Implementierung in das System Produktion. Das Kapitel beschreibt hierfür ein systematisches und partizipatives Vorgehen für die erforderlichen Struktur- und Ressourcenanpassungen. Strategische Planungen sind keine temporären Aktionen, sondern sollten kontinuierlich erfolgen, um der Dynamik des Umfelds gerecht zu werden. Zu ihrer Durchführung können methodische Hilfen wie der Technologiekalender oder digitale Werkzeuge herangezogen werden.



Strategisch angelegte Planungen im Unternehmen folgen einem Planungshorizont von häufig über zehn Jahren. Dies erschwert die Sichtbarkeit der Ergebnisse und die Erfolge aus einer strategisch angelegten Planung im kurzfristigen operativen Betrieb. Entscheidend für die erfolgreiche Umsetzung sind jedoch gerade die aus den strategischen Zielen und Konzepten angelegten Handlungsweisen und Maßnahmen für die tägliche Arbeit sowie die konsequente Verankerung der Strategie in allen gestaltenden Bereichen des Unternehmens. In diesem Kapitel werden daher die Wege der Umsetzung einer Strategie für das System Produktion, die Wirkungen der strategischen Konzepte auf die Zielstellungen sowie Leitlinien für die Praxis aufgezeigt.

Strategische Planungen und die in ihr verankerten konzeptionellen Ansätze zeigen im System Produktion dann ihre Wirkung, wenn sie erfolgreich durch konkrete Maßnahmen umgesetzt werden. Die Implementierung von Strategien muss demzufolge einer im Unternehmen abgestimmten Roadmap mit Maßnahmen folgen, welche maßgeblich zur Erreichung der Unternehmens- und Bereichsziele beitragen. Einen wesentlichen Beitrag für eine erfolgreiche Umsetzung nehmen neben den konzeptionellen strategischen Ansätzen die Planungsprozesse im kurz-, mittel- und langfristigen Planungshorizont ein. Ziel einer systematischen Vorgehensweise ist zum einen die Beschleunigung der Umsetzungsgeschwindigkeit der Maßnahmen in der Produktion und zum anderen die Steigerung der Planungsqualität und Effizienz der Ergebnisse (Abb. 6.1).

Um schneller zu höheren Leistungsgraden auch in der Umsetzung strategischer Maßnahmen zu kommen, werden in diesem Kapitel die dafür erforderlichen Werkzeuge, Hilfsmittel, Planungs- und Bewertungsmethoden vorgestellt (Abb. 6.2). Zu allererst wer-

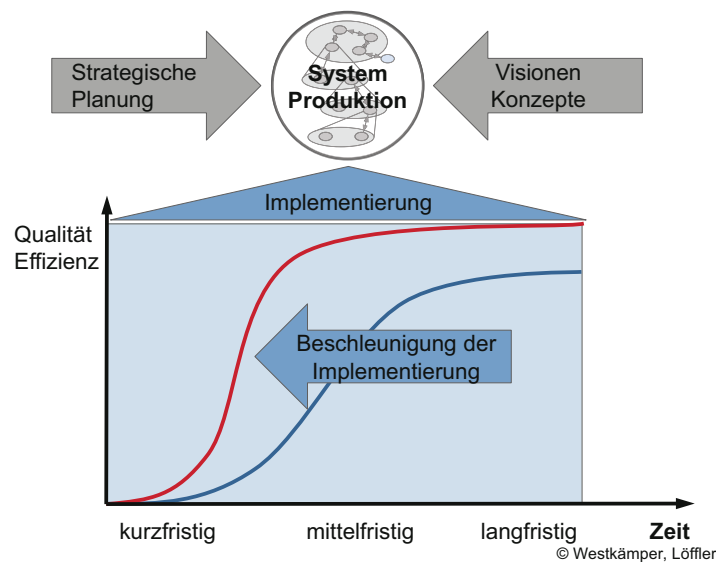


Abb. 6.1 Implementierung von Maßnahmen in das System Produktion

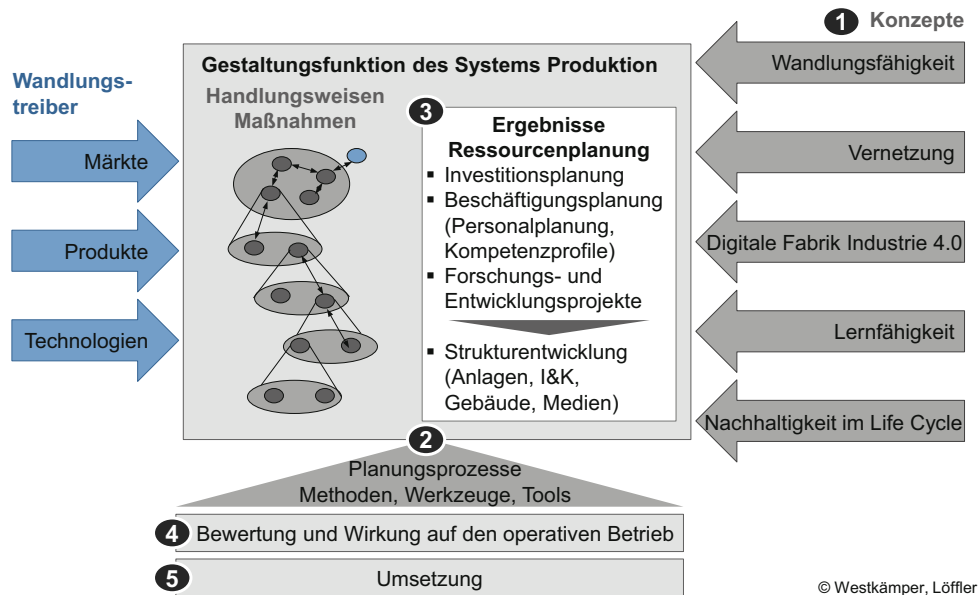


Abb. 6.2 Vorgehensweise zur Entwicklung des Systems Produktion

den die in Kap. 5 vorgestellten strategischen Visionen und Konzepte hinsichtlich ihrer konkreten Wirkung auf das System Produktion diskutiert und Handlungsweisen für die praktische Umsetzung abgeleitet. Dies soll als Leitfaden für Unternehmen dienen, welche ihre Produktion neu gestalten und zukunftsfähig entwickeln wollen. Zu berücksichtigen sind bei der Gestaltung des Systems Produktion die in einem turbulenten Umfeld wirkenden und oft schwer prognostizierbaren Veränderungen der Märkte, Produkte und Technologien. Die Einflüsse der Wandlungstreiber wie auch die konzeptionellen strategischen Ansätze sind in konkrete Maßnahmen zur Gestaltung des Systems Produktion überzuleiten, und zwar zielorientiert, effizient und möglichst schnell. Dafür werden die entsprechenden Vorgehensweisen und Planungsprozesse vorgestellt, welche auf das System Produktion von der Strukturentwicklung des Netzwerks über die Standorte bis hin zu den Arbeitsplätzen angewendet werden können. Die Entwicklung bezieht sich dabei wiederum auf das System und berücksichtigt neben den direkten Fertigungsbereichen auch die vorgelagerten und peripheren Bereiche und Kooperationen einer vernetzten Produktion. Mit Hilfe der Ansätze, der Synchronisation mit den Wandlungstreibern sowie den Methoden und Werkzeugen lässt sich das System Produktion nachhaltig gestalten und für die Zukunft ausrichten.

Die aktive Gestaltung des Systems Produktion und die Umsetzung der Maßnahmen spiegelt sich in den Transformationsinstrumenten für die langfristige Entwicklung der Produktion wider. Dies sind die Investitionsplanungen, die Beschäftigungs- und Personalplanungen einschließlich der Entwicklung der Kompetenzprofile sowie die Forschungs-

und Entwicklungsplanungen für die Produktion. In der Konsequenz ergibt sich daraus die Strukturentwicklung des gesamten Systems im Hinblick auf Anlagen, Gebäude, Medien sowie Informations- und Kommunikationstechnik. An die Ressourcenplanung als Ergebnis der Transformationsprozesse im System Produktion schließt sich die Bewertung und Auswirkung auf die Betriebsergebnisse und Leistungskennzahlen an. Abschließend folgt die Umsetzung der Strategie sowie ihre Erfolgsmessung aus dem Abgleich mit den gesteckten Zielen und Messgrößen. Das Kapitel schließt mit einem Ausblick auf die Konsequenzen in der Aufbauorganisation.

6.1 Migrationswege zur Umsetzung der Konzepte in die betriebliche Praxis

Basierend auf den in Kap. 5 beschriebenen Handlungsfeldern und Konzepten für eine langfristige Entwicklung des Systems Produktion, werden im Folgenden die Migrationswege zur Umsetzung der Konzepte in die unternehmerische Praxis dargestellt. Sie orientieren sich an den allgemeinen Trends und derzeitigen Potentialen technologischer Entwicklungen. Sie dienen dazu, das System Produktion auf die Zukunft vorzubereiten und gehen auf die Aktivierung spezifischer Leistungsreserven und Stellhebel ein. Die Maßnahmen sind als Handlungsweisen zu verstehen und bedürfen der unternehmensspezifischen Anpassung und Ausrichtung auf die jeweiligen Unternehmensziele.

6.1.1 Technologien

Technologien sind die Grundlage der industriellen Wertschöpfung. Das breite Spektrum der Technologien von den Basistechnologien bis hin zu den Systemtechnologien im gesamten System Produktion ist folglich ein zentraler Ausgangspunkt für die Implementierung einer Strategie der Produktion. Die Überschreitung heutiger technischer Grenzen in Bezug auf Eigenschaften und Funktionen der Produkte und in Bezug auf wirtschaftlichste Produktionstechnologien macht es notwendig, einen Migrationsweg zu finden, der beim heutigen Stand beginnt und an dessen Horizont eine Implementierung einer technisch intelligenten Herstellung steht. Abb. 6.3 stellt einen derartigen Migrationsweg dar, der natürlich auf die Situation einzelner Unternehmen und ihrer Netzwerke abgestimmt werden muss.

Stellhebel sind die Prozesstechnologien, die Maschinen und die Werkzeuge bzw. produktspezifische Betriebsmittel. Der Schwerpunkt der Maßnahmen zielt auf eine Null-Fehler Produktion und Reduzierung der Stückzeiten ab wie im Bild angedeutet. Die Sicherung der Qualität beginnt mit der Integration einer prozessnahen Prüftechnik und zugehöriger Regelungen, um Ausschuss und Nacharbeit auf ein Minimum auch bei kleinsten Stückzahlen zu reduzieren. Eine Stückzeit-Reduzierung kann durch Prozesssicherheit bzw. Prozessfähigkeit und durch Hochgeschwindigkeitsbearbeitung erreicht werden. Andere Maß-

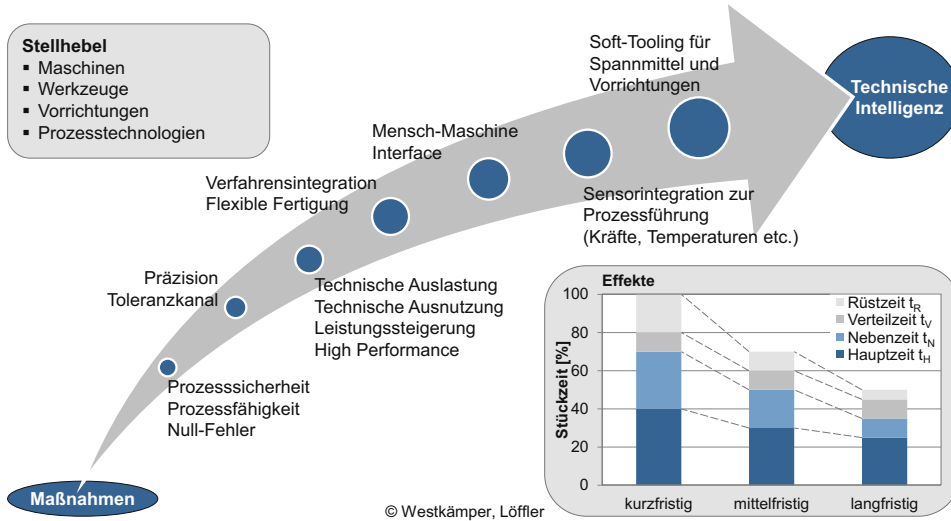


Abb. 6.3 Migrationsweg zur technischen Intelligenz im System-Produktion

nahmen zielen auf eine Verringerung der Rüst- und Nebenzeiten. Auf dem Migrationsweg liegen eine Optimierung der Werkzeuge und Vorrichtungen sowie deren Flexibilisierung. Dies kann mit einer Integration verschiedener Verfahren zur Bildung flexibler Zellen und Systeme verknüpft werden, so dass eine Komplettbearbeitung mit nur wenigen Vorgängen erreichbar ist. Die technischen Entwicklungen beziehen sich nicht nur auf Prozesse der Teilefertigung, sondern auch auf Montagen und den Einsatz von Robotern, mit denen ebenfalls Leistungsgrenzen überwunden werden können.

Am Ende einer derartigen Entwicklung stehen flexible Produktionskonzepte mit selbst-optimierenden lernenden Funktionen, die auch eine hohe Sensorintegration sowie eine zuverlässige Höchstleistungsproduktion ermöglichen. Die technischen Konzepte sind modular strukturiert und rekonfigurierbar. Die integrierte Informationsverarbeitung verfügt über ergonomische Schnittstellen zu den Maschinenbedienern und zur Anbindung von Services der Fabrikaurüster.

6.1.2 Wandlungsfähigkeit

Wandlungsfähigkeit ist eine Systemeigenschaft, die dazu dient, Veränderungen seitens der Märkte, Produkte, und Technologien durch schnelle und aufwandsarme technische und organisatorische Maßnahmen zu kompensieren. Sie schließt den Abgleich der Kapazitäten im Netzwerk ebenso ein, wie die Anwendung modularer Konzepte in den technischen Ressourcen. Die Wandlungsfähigkeit erfordert ein hohes Maß an Selbstorganisation im Rahmen einer hierarchischen Zielorientierung. Am Ende der Entwicklung steht ein resili-

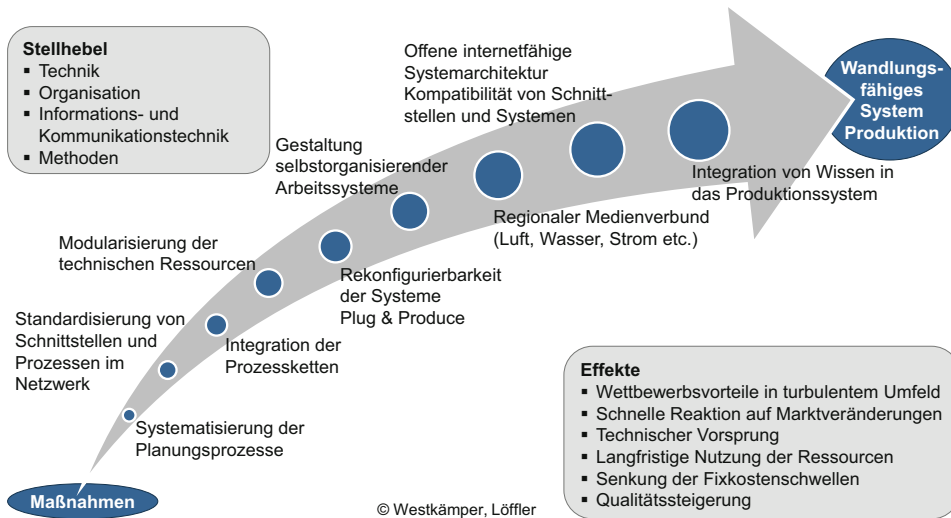


Abb. 6.4 Migrationsweg zur Wandlungsfähigkeit im System Produktion

entes, wandlungsfähiges System Produktion zur Verfügung, das sich in seinen Informations- und Kommunikations-Anwendungen modernster Internet-Verfahren und Plattformen bedient. Abb. 6.4 zeigt einen möglichen Migrationsweg vom heutigen Stand zu einer Zukunftsvision, die geeignet ist, schnell auf externe Einflussfaktoren zu reagieren.

Stellhebel sind alle technischen und organisatorischen Kompetenzen, die an einer langfristigen Systemveränderung beteiligt sind. Die Migration beginnt mit einer Systematisierung und Standardisierung der Prozesse und Prozessketten sowie ihren Schnittstellen. Modularität ist eine Voraussetzung zur schnellen Nutzungsänderung und Rekonfiguration technischer Ressourcen. Dabei ist zu berücksichtigen, dass das System Produktion auch externe Leistungsträger einbeziehen muss und Relationen nicht nur in der Logistik relevant sind, sondern in allen Geschäftsbeziehungen zu Dienstleistern entlang des Produktlebens. Föderative Prinzipien kennzeichnen die Art der Informationsbeziehungen und Generierung von Wissen für situationsorientiertes Handeln.

Die erreichbaren Effekte wirken sich besonders auf die Wettbewerbsfähigkeit im turbulenten Umfeld aus. Unternehmen können schneller auf Kundenwünsche reagieren und erreichen eine Beruhigung ihrer Operationen durch Standardisierung und Modularisierung. Erreichbar erscheint auch eine Senkung der Fixkostenschwellen und intensivere Nutzung der Ressourcen.

6.1.3 Vernetzung

Vernetzung bezieht sich nicht allein auf die Supply Chains der Beschaffungs- und Vertriebslogistik, sondern auf alle Relationen aller Elemente im gesamten System Produktion.

Um Synergieeffekte und Systemeffizienz zu erreichen, ist es erforderlich, die Kooperationsbeziehungen auf ein Prinzip der Kundenorientierung, Rationalität und Flexibilität zu konzentrieren. Dies fängt bei den innerbetrieblichen Geschäftsprozessen und technischen Prozessen an und endet bei einem Konzept eines Netzwerks aus High-Performance Fabriken. Die Kooperationsmechanismen sind aus dem Qualitätsmanagement bekannt. Sie unterstellen eine Ergebnisqualität, die in den Nachfolgeprozessen ungeprüft weiter genutzt werden kann. Innerbetrieblich kann damit begonnen werden, die Prozesse mit ihren Vorgängern und Nachfolgern zu optimieren und Verschwendung zu minimieren. Kombiniert man dies mit der flexiblen Automatisierung und einer Synchronisation parallel laufender Operationen, so entstehen Zeit- und Effizienzvorteile (Abb. 6.5).

Die Vernetzung bezieht alle mit der Produktion in Verbindung stehenden Menschen und Organisationen ein. Maßnahmen zu deren Emotionalisierung betreffen sowohl die Gestaltung und ggf. Personalisierung der Arbeitsplätze als auch das Erscheinungsbild bzw. die Corporate Identity. Es wird dabei unterstellt, dass Mitarbeiter eine positive Grundhaltung zum Unternehmen und seiner Organisation auch in die Gesellschaft tragen und sich dieses Bild dort verbreitet. Regionale Cluster suchen Synergien in einer Region sowie die Ansiedlung von Kompetenzen, die der langfristigen Entwicklung dienen. Der globale Aspekt der Vernetzung bezieht sich auf die Nutzbarkeit von Wissen und Kompetenzen sowie die Beschaffung strategischer Ressourcen.

Stellhebel sind Kooperationsmechanismen in Technik und Organisation, aber auch regionale Kompetenzcluster. Auch hier kann die IT-Vernetzung die Dynamik und Veränderungsfähigkeit entscheidend fördern, vorausgesetzt es gelingt, eine Vertrauenskultur

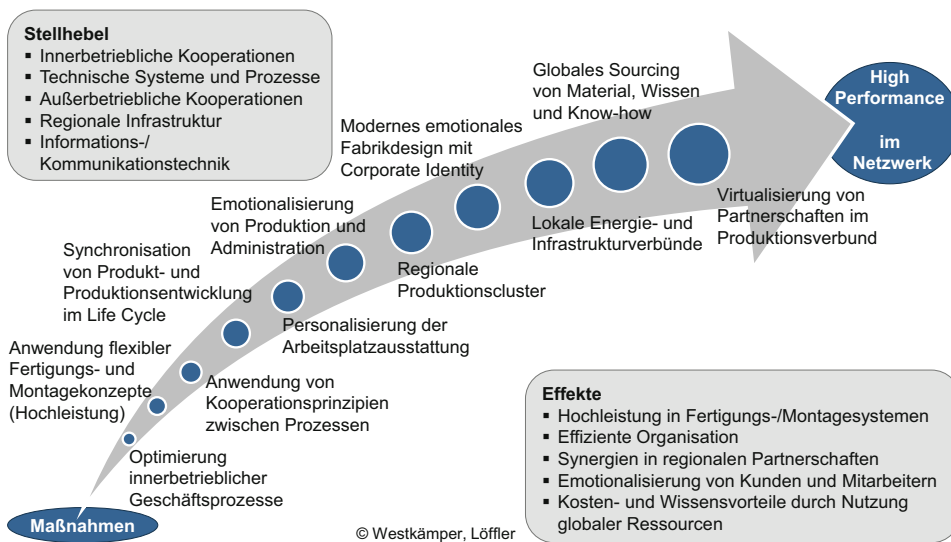


Abb. 6.5 Migrationsweg zur High Performance im Netzwerk des Systems Produktion

im gesamten Netzwerk zu schaffen. Ökonomische Effekte sind von regionalen Cluster hoher Agilität bekannt. Sie haben besondere Wirkungen auf die Bildung von Technologie-Schwerpunkten und eine hohe Wertschöpfung.

6.1.4 Digitalisierung

Die Digitalisierung ist einer der großen Trends des kommenden Jahrzehnts mit Auswirkungen auf alle Prozesse und Subsysteme des erweiterten Systems Produktion. Unternehmen benötigen dazu eine Art Generalplan zur Entwicklung des IT-Systems. Grundlage dazu könnte eine Internet-Architektur sein, die eine hohe Zuverlässigkeit auch bei Ad-hoc-Verknüpfungen und die Anwendung leistungsfähiger digitaler Werkzeuge für Produkte und Produktion (Digitale Fabrik) möglich macht. Andere Ansätze liegen in der Verknüpfung von realen Prozessen und Objekten mit einer ergänzenden Erfassung und Repräsentation von Zuständen und Verhaltensweisen. Die drei Konzepte für digitales Engineering, echtzeitorientierte Administration und Smart Factory sind Etappen auf dem Migrationsweg zu einem smarten System Produktion (Abb. 6.6).

Die Initiative zur Industrie 4.0 ist der Anlass für die Weiterentwicklung der digitalen Produktion. Sie hat viele Facetten und Opportunitäten. Es ist deshalb notwendig, Ansatzpunkte in Unternehmen zu finden, welche die Ausbaufähigkeit über einen langen Zeitraum möglich machen und dabei die Verknüpfung des realen Geschehens mit Modellen der Umgebung erreichen. Letztlich geht es um die Verfügbarkeit von Informationen zu Prozessen

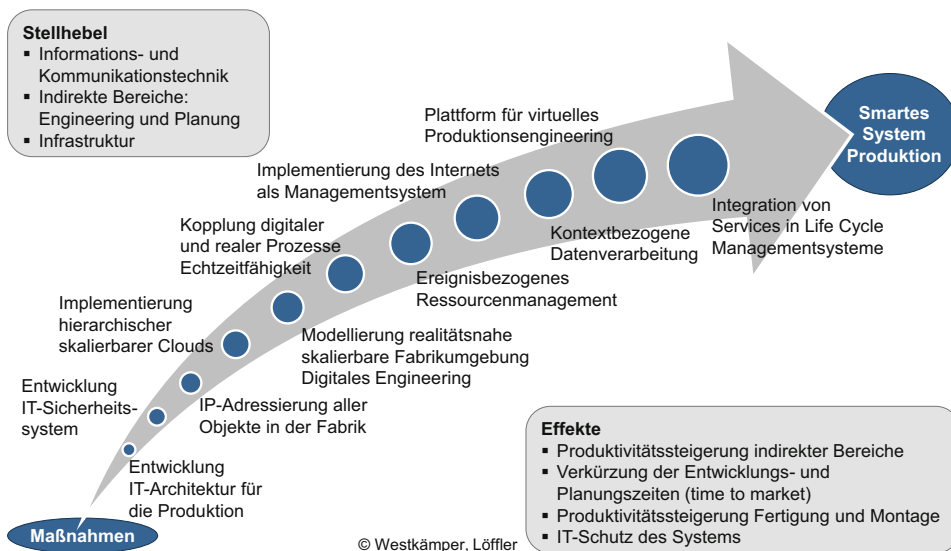


Abb. 6.6 Migrationsweg zum smarten System Produktion

und Ressourcen sowie zu Produkten und ihrer Umgebung an jedem Ort und zu jeder Zeit. Kernpunkte sind die Anwendung von flexiblen Engineering- und Managementsystemen auf der Grundlage einer Internet-Architektur für die Produktion. Die Skalierung von Daten und eine Transformation bzw. Repräsentation in einen taktilen Wahrnehmungsbereich der Menschen in einer Plattform und ereignisorientierte Reaktionen sind wesentliche Ansätze der Architektur. Mit föderativen Arbeitsweisen kann Wissen erworben werden. Look-ahead Funktionen (Simulation) können zu situationsgerechtem Handeln führen. Ein wesentliches Managementsystem ist das Life Cycle Management des gesamten Systems Produktion, das auch Service Dienste und Relationen zu Dienstleistern unterstützt.

Stellhebel sind die IT- und Fachbereiche, die gemeinsam die Gesamtkonzeption entwickeln und implementieren können. Unternehmen erreichen mit dem Ansatz vor allem eine Steigerung der Produktivität der Entwicklung und der indirekten Bereiche. In der Produktion steht die Gewinnung von Effizienz der Ressourcen und ihr Management im Vordergrund der Aktionen zum smarten System Produktion.

6.1.5 Lernfähigkeit

Lernen in einer digitalen Umgebung ist die langfristige Perspektive einer Industrie 4.0. Lernfähigkeit bezieht sich auf die direkten und indirekten Leistungsbereiche des Systems Produktion. In Verbindung mit einer umfassenden und skalierbaren Informationstechnik können Verluste durch Vergessen eliminiert und eine technische Intelligenz realisiert werden. Lernen schafft Verbesserungen aus Methoden und der Ausbildung. Simulationen von Prozessen und Systemen senken den experimentellen Aufwand und die Zufälligkeit eines Erfahrungsgewinns. Ein Kernansatz liegt folglich in der Modellierung der Prozesse und Systeme und deren Integration in Simulationswerkzeuge. Grundsätzlich neuartig ist der hier enthaltene Ansatz, die Parameter der Simulation aus einer Beobachtung der Prozesse direkt abzuleiten. Die theoretischen Grundlagen der Modelle und Algorithmen können aus der Wissenschaft kommen, so dass die Wirtschaft auf erwiesenes Wissen und fundamentale Wirkzusammenhänge zurückgreifen kann. Die Parameter kommen aus der Beobachtung der Prozesse und ihren Umgebungen. Dabei kann durchaus auch Wissen aus dem gesamten Anwendungsfeld verwendet werden (Abb. 6.7).

Anwendungsgebiete einer skalierbaren, realitätsnahen Simulation finden sich sowohl in den technologischen Fertigungs- und Montageprozessen als auch in den Systemen, in denen dynamische Einflüsse bestehen. Langfristiges Entwicklungsziel ist die Implementierung von Lernsystemen in alle Prozesse und Systeme der Produktion. Dazu müssen die Möglichkeiten einer Grundlagenforschung ebenso einbezogen werden, wie das Wissen um das Verhalten oder Verhaltensmuster der Elemente des Systems. Es ist aber nicht die Aufgabe der Forschung, die Anwendungen allein zu erschließen, sondern gemeinsam mit den Produktionsbetrieben kann aus einer sensorischen Beobachtung der technischen und organisatorischen Prozesse so viel Wissen gewonnen werden, dass damit ein Lernen aus der Zukunft möglich wird.

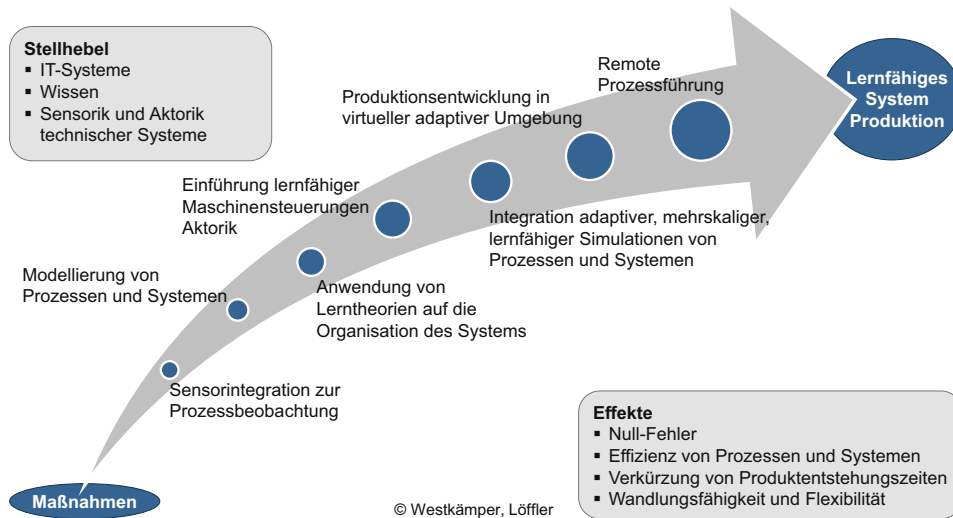


Abb. 6.7 Migrationsweg zum lernfähigen System Produktion

Nutzbare Effekte liegen in der präventiven Fehlervermeidung (Null-Fehler), in der maximalen Ausschöpfung der Leistungsreserven der Ressourcen und im Gewinn an Zeit bei der Vorbereitung, Verbesserung und Änderung der Produktion z. B. beim Anlauf.

6.1.6 Nachhaltigkeit im Life Cycle

Das System Produktion umfasst den gesamten Lebenszyklus der Produkte und sucht den maximalen ökonomischen wie ökologischen Nutzen. Dabei wird unterstellt, dass das Überleben der Unternehmen auch in kritischen Wirtschaftssituationen ein Bestandteil einer Strategie für Nachhaltigkeit ist. Die zuvor dargestellten Maßnahmen von der Wandlungsfähigkeit bis hin zur lernfähigen Produktion sind integraler Bestandteil einer ökonomischen Nachhaltigkeitsstrategie. Flankierende Maßnahmen können die ökologische Effizienz verbessern. Dazu gehören die Verkürzung der Wege von Waren und Gütern, die Reduzierung des Verbrauchs von gefährlichen Gütern und Stoffen, die Wiederverwendung und Dematerialisierung oder die Optimierung der energetischen Systeme. Soziale Effizienz kann durch einen proaktiven Arbeitsschutz und eine leistungsfördernde Kultur, die auf Vertrauen, Eigenverantwortung und Selbstorganisation basiert, erreicht werden (Abb. 6.8).

Stellhebel sind das Unternehmensmanagement und die Gestaltungsbereiche der Technik und Organisation. Die weite Fassung des Systems Produktion über den Lebenslauf bezieht die Betreiber und Dienstleister mit in die strategische Entwicklung zur Nachhaltigkeit ein.

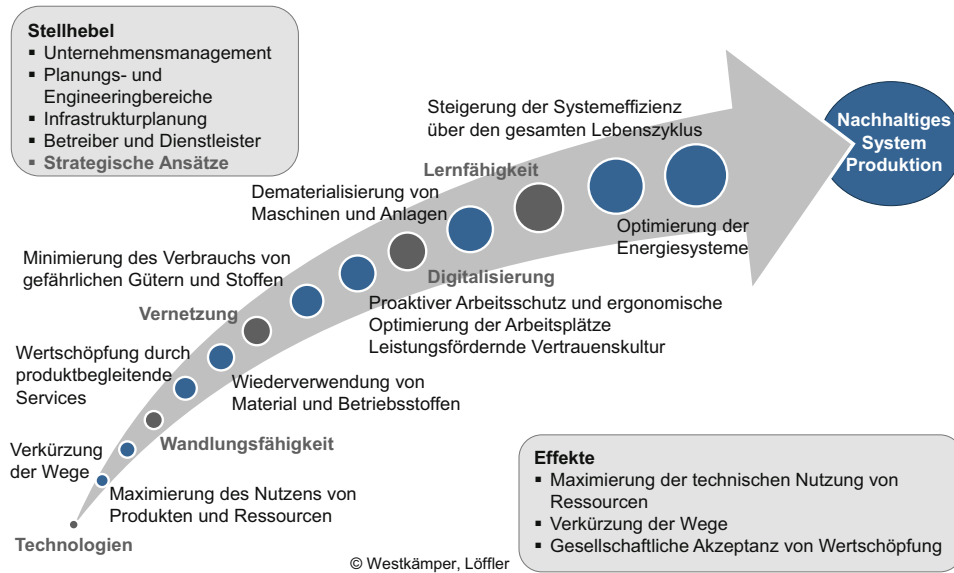


Abb. 6.8 Migrationsweg zur nachhaltigen Entwicklung des Systems Produktion

Effekte in Bezug auf die Position des Unternehmens in einer globalen und turbulenten Umgebung liegen zweifellos in der Systemführung und Maximierung der Nutzung der Ressourcen. Ferner ist dies der Beginn einer neuen Epoche einer digitalen und kommunikativen Arbeitsweise bei der Erzeugung und Nutzung innovativer Produkte und Dienstleistungen. Schließlich sei auf die Wirkung eines nachhaltigen Systems Produktion in der Gesellschaft verwiesen, welches dort Akzeptanz und Anerkennung für die technischen und organisatorischen Leistungen erzeugt.

6.2 Planungsprozesse und Vorgehensweisen zur Gestaltung des Systems Produktion

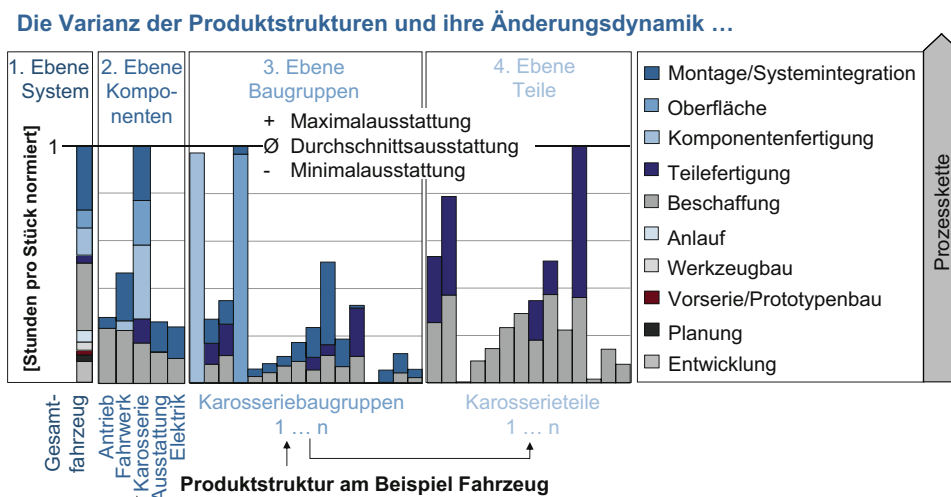
Die Komplexität des Systems Produktion und damit seine Gestaltung erfordern systematische Vorgehensweisen und Planungsprozesse, welche, wie in Kap. 3 im Rahmen der Strategiedefinition beschrieben, auf der Ist-Situation als Ergebnis der Handlungen aus der Vergangenheit basieren und Konzepte der Zukunft für die Entwicklung der Produktion in einem turbulenten Umfeld berücksichtigen. Die Planungsprozesse müssen aufgrund der Dynamik so ausgelegt sein, dass sie permanent ausgeführt werden können, um schnell und effizient auf Veränderungen zu reagieren und kurze Migrationswege neuer Konzepte mit einer langfristigen Orientierung in die Umsetzung ermöglichen. Die wesentlichen Bausteine der Planung werden im Folgenden dargestellt.

6.2.1 Ist-Analyse

Der aktuelle Zustand des Systems Produktion im Hinblick auf seine Ressourcen, Kapazitäten und Kompetenzen ist Ergebnis des Handelns des Unternehmens aus der Vergangenheit. Eine strategische Entwicklung des Systems Produktion muss folglich auf einer Analyse beruhen, welche die Anforderungen und Aufgaben an die Produktion den Ressourcen und Fähigkeiten gegenüberstellt. Der Logik des Systemgedanken folgend (Kap. 4 und Abschn. 5.2) muss eine Analyse der Produkt- und Produktionsstrukturen erfolgen, welche gegeneinander abzugleichen und zu harmonisieren sind.

Aus der Analyse der Produktstrukturen ergeben sich die Produktionsaufgaben und -anforderungen. Die Bandbreite und Varianz der Produkte sowie ihre Änderungsdynamik über ihren Lebenszyklus hinweg definieren den Raum an erforderlicher Flexibilität und Wandlungsfähigkeit.

Den Strukturebenen des Produkts entsprechend, muss die Analyse die Aufwendungen umfassen, die für die Herstellung des gesamten Produktsystems, seine Komponenten, Baugruppen und Einzelteile (Abschn. 5.2.2) erforderlich sind. Dem Gedanken der Beteiligung aller Partner folgend, welche in ihrer Vernetzung an der Entstehung des Produkts mitwirkten, sollte die Analyse die komplette Prozesskette umfassen, welche das Produkt bei seiner Herstellung durchläuft – von der Entwicklung, Konstruktion über die Prototypenabsicherung, Vorserien und Serienplanung bis in die Fertigungsbereiche hinein (Abb. 6.9). Dies umfasst auch die Anteile, die durch Fremdleistung entwickelt, abgesichert und produziert werden.



© Westkämper, Löffler

... bestimmen den Raum der erforderlichen Wandlungsfähigkeit.

Abb. 6.9 Analyse der Anforderungen aus der Produktstruktur. (Löffler 2011)

Die repräsentativste und standortneutralste Messgröße sind die Gesamtstunden pro Produkt, welche sich aus den Bearbeitungsstunden in den direkten und indirekten Bereichen entlang der Prozesskette zusammensetzen. Die Bearbeitungsstunden beziehen sich sowohl auf Personalstunden wie auch auf Maschinenstunden (Prozesszeiten), die anfallen. Dies gewinnt insbesondere vor dem Hintergrund der zunehmenden Automatisierung sowie der Integration automatisierter und manueller Tätigkeiten verbunden mit fließenden Übergängen massiv an Bedeutung. In diesem Zusammenhang entstehen neue Möglichkeiten der Arbeitsplatzgestaltung und der Zuweisung von Aufgaben zu Personen oder Maschinen.

Zu unterscheiden sind leistungsmengenunabhängige Aufwendungen, die in den der Produktion vorgelagerten Bereichen beispielsweise bei Änderungskonstruktionen entstehen und leistungsmengenabhängige Aufwendungen, welche durch Kalkulation über die Stückzahlbedarfe und Mengengerüste den Ressourcenbedarf in der Serienproduktion ergeben. Leistungsmengenunabhängige Stunden hingegen fallen stückzahlunabhängig an und werden über Projektbudgetierungen auf den gesamten Lebenslauf des Produkts gerechnet und kalkuliert.

Zukaufteile, welche gleichermaßen einen erheblichen Beitrag zur Herstellung des Produkts leisten, spiegeln sich kostenseitig in den Aufwendungen (Materialeinzelkosten bestehend aus Materialkosten und Herstellungs-/Fertigungsaufwendungen) wider. Diese können über entsprechende Schlüssel der Stundensätze in Stundenaufwendungen umgerechnet werden können. Da Materialkosten weltweit auf etwa gleichem Niveau liegen, sind diese weniger wettbewerbsentscheidend als die Aufwendungen, welche für eine Weiterverarbeitung des Rohmaterials anfallen. Folglich fallen die Bezugsquellen des Materials in der Gesamtbilanzierung weniger ins Gewicht, gesamtkostenrelevant sind ihr weltweites Niveau und die Transportwege, welche für eine Weiterverarbeitung erforderlich sind. Die Einbeziehung der Lieferanten in die Gesamtanalyse der Produktstruktur gibt dann gleich auch Aufschluss über die Eigenfertigungs- und -entwicklungstiefe, ein Stellhebel, der im Zuge einer langfristigen Weiterentwicklung vernetzter Produktionen in die strategischen Überlegungen stets einbezogen werden muss (Abschn. 5.2.2).

Aus den Gesamtstunden pro Produkt kann über die Stundensätze der Standorte für Personal und Maschinen auf die Stückkosten (€ pro Produkt) geschlossen werden und umgekehrt. Sie repräsentieren somit, wenn die Analyse für alle relevanten Referenzprodukte gemäß der Produktstruktur durchgeführt wird, das Gesamtanforderungsprofil in der technologischen Breite der Produktspezifika an die Produktion und ihre Technologien. Aus dieser Bewertungsgröße lässt sich dann über die Mengengerüste der gesamtkapazitive Ressourcenbedarf in Stunden pro Jahr für die direkten und indirekten Funktionen entlang der Prozesskette kalkulieren sowie spezifisch im Hinblick auf Aufgaben den Standorten und Bereichen zuweisen.

Die Analyse sollte für alle repräsentativen Produkte durchgeführt werden, welche im Untersuchungsbereich liegen. Dies kann sich auf das gesamte Produktportfolio beziehen, wenn Strukturentwicklungen einer gesamten vernetzten Produktion mit mehreren verteilten Standorten anstehen, auf spezifische Standorte oder technologische Segmente eines

Standorts, oder aber auf einzelne Fertigungssysteme und Arbeitsplätze (Abschn. 6.2.3), jeweils mit den Freiheitsgraden, welche systemisch bedingt möglich sind.

Da insbesondere im Umfeld der variantenreichen Serienproduktion die Individualisierung und Personalisierung einzelner Produkte auch in Zukunft weiter an Bedeutung hinzugewinnen wird, reicht es bei der Analyse der Produktstrukturen nicht aus, allein die Referenzprodukte in Durchschnittsausstattung zu analysieren. Es sollten vielmehr auch die Grenzen nach oben und unten in Form der jeweiligen Maximal- und Minimalausstattung der Produkte untersucht werden, da die Ausstattungsvarianz neben der Produktvarianz und den technischen Änderungen eine der größten Komplexitätstreiber für die Herstellung der Produkte entlang der gesamten Prozesskette darstellen und damit den Raum an erforderlicher Flexibilität und Wandlungsfähigkeit definieren. Zeitspreizungen in den Montagen von $\pm 25\%$ sind nicht unüblich (Abb. 6.10).

Es wird hier deutlich, welche Auswirkungen die Individualisierungen der Produkte auf die Dynamik und schnelle Reaktionsfähigkeit des gesamten Systems Produktion haben. Die Zeitspreizungen weichen von den normalen Zeitvorgaben so deutlich ab, dass ein Ausgleich nur mit kurzfristigen Eingriffen in die Prozessfolgen und in die Inhalte der Tätigkeiten am Arbeitsplatz möglich ist. Hier liegt ferner eine entscheidende Quelle für Fehler und Abweichungen, welche ebenfalls Störfaktoren in einer nach Plan optimierten Montage sind. Die hohe Varianz erschwert die Integration mehrerer verschiedener Produkte auf eine Montagelinie, eröffnet aber die Möglichkeit, schnell auf Veränderungen der Auftragszusammensetzungen zu reagieren. Aus diesen Aspekten geht umso mehr hervor, dass in Zukunft für die Realisierung der Integrationskonzepte ein Höchstmaß an Flexibilität und struktureller Wandlungsfähigkeit erforderlich sein wird.

Den Anforderungen aus den Produktstrukturen stehen die Ressourcen und Kompetenzen technologischer und kapazitiver Art der Produktionsstrukturen gegenüber. Die Pro-

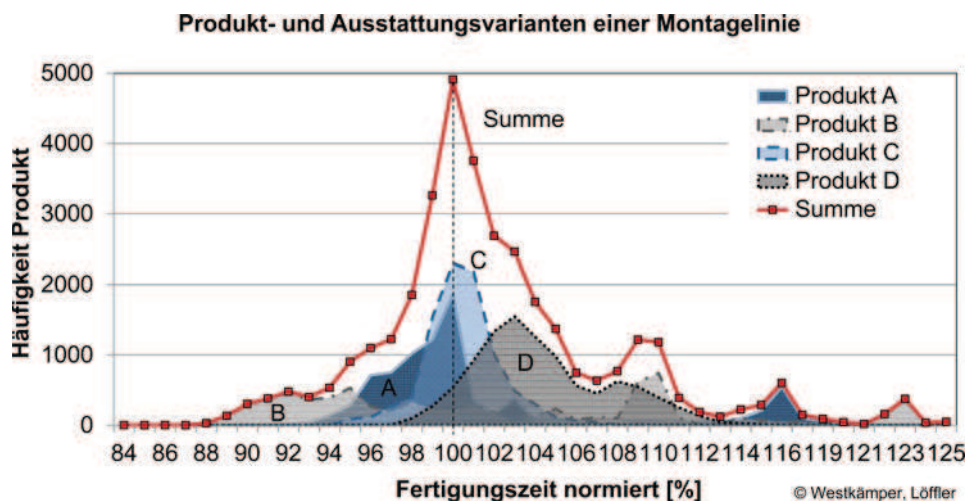
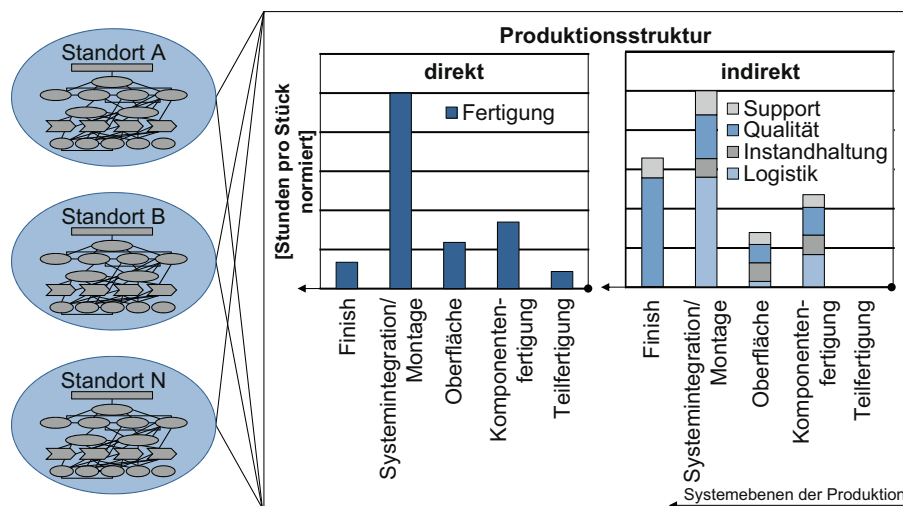


Abb. 6.10 Auswirkung von Produkt- und Ausstattungsvarianz in der Montage. (Löffler 2011)

Produktionsstrukturen werden ebenfalls entsprechend ihrer Systemebenen analysiert und beziehen sich auf die direkten und indirekten Leistungsbereiche. Für die Fertigungsbereiche bedeutet dies, dass nicht nur die Fertigungszeiten erfasst werden, sondern auch die Zeiten, welche für Logistik, Qualität, Instandhaltung und sonstige Unterstützungsfunktionen im peripheren Bereich anfallen. Die in den indirekten Bereichen anfallenden Stunden werden über Schlüssel auf die produzierte Anzahl an Produkten umgelegt. Die Produktionsstrukturanalyse spiegelt die Charakterisierung der Produktion und ihrer Standorte wider und gibt ein Abbild der Standortprofile mit seinen Ressourcen, technischen Einrichtungen und Personal. Die quantitativen Messgrößen sind wiederum die verfügbaren Gesamtstunden pro Produkt und darüber hinaus die an den Standorten zur Verfügung stehenden Flächen in m^2 bezogen auf die technologischen Segmente. Die kapazitiven, technischen, personellen und insbesondere die flächenmäßigen Grenzen stellen die Restriktionen der spezifischen Standorte dar. Die Analyse muss sich auf alle Eigenfertigungsumfänge und Technologien im Untersuchungsbereich des Systems Produktion beziehen. Umfänge der Fremdfertigung werden einem virtuellen Standort zugewiesen und können bei Bedarf detaillierter untersucht werden, wenn es um eine Ausweitung oder Reduzierung von Wertschöpfungstiefen geht (Abb. 6.11).

Aus dem Abgleich der Anforderungen aus der Produktstrukturanalyse mit den zur Verfügung stehenden Ressourcen der Produktionsstrukturanalyse lassen sich Schlüsse auf Über- bzw. Unterkapazitäten sowie zur Verfügung stehender Redundanzen einer vernetzten Produktion schließen. Den Fertigungsstunden hinterlegt ein Leistungsniveau, das

Die Charakterisierung der Standortprofile und Restriktionen ...



© Westkämper, Löffler

... erfolgt für die direkten und indirekten Leistungsbereiche.

Abb. 6.11 Analyse verfügbarer Ressourcen im System Produktion. (Löffler 2011)

durch Investitionen und andere kostensenkende Maßnahmen in der Vergangenheit gelegt wurde. Dieses müsste mit dem allgemeinen Stand der Technik verglichen werden, um die wirkliche Leistungsbeurteilung vornehmen zu können. Die Produktionsstrukturen sind Ergebnis des Handelns aus der Vergangenheit heraus und spiegeln das verfügbare Fähigkeits- und Leistungspotential der Standorte wider, die Analyse gibt aber auch Hinweise auf die strukturellen Handlungsfelder zur Veränderung der Ressourcen.

Im Einzelfall muss der Detaillierungsgrad für spezifische Fertigungs- und Montagebereiche erhöht werden, um Hinweise auf Potentiale zu gewinnen. Dies bezieht sich nicht nur auf die Produktstruktur, sondern auch auf die Produktionsstruktur. Die Analyse bezieht sich auf Teilespektren mit ähnlichen Bearbeitungsanforderungen (z. B. Guss-, Blech-, Kunststoffteile etc.) und folgt der Einteilung der Technologien nach Abschn. 5.1.

Produktionsstandorte und ihre Einrichtungen sind Produkte, welche stetig weiterentwickelt und optimiert werden, im Kleinen durch kontinuierliche Verbesserungen und im Großen durch Technologie- und Innovationssprünge. Folglich stellt die Ist-Analyse der Strukturen nur einen augenblicklichen Zustand des Leistungspotentials der Ressourcen dar, der sich durch die Maßnahmen der Vergangenheit in die Gegenwart hinein entwickelt hat und sich auch in Richtung Zukunft weiterentwickeln wird. Quantifiziert erfassbar ist die Leistungsentwicklung von Standorten und seinen technologischen Segmenten über die Analyse der Stundenentwicklung pro Produkt über große Bereiche von Produkt- und Technologiesegmenten hinweg. Aufgetragen über den Zeitraum produzierter Einheiten ergeben sich Leistungsverläufe wie in Abb. 6.12 dargestellt und nachgewiesen.

Kontinuierliche Verbesserungen führen zu Leistungssteigerungen der Produktion, ...

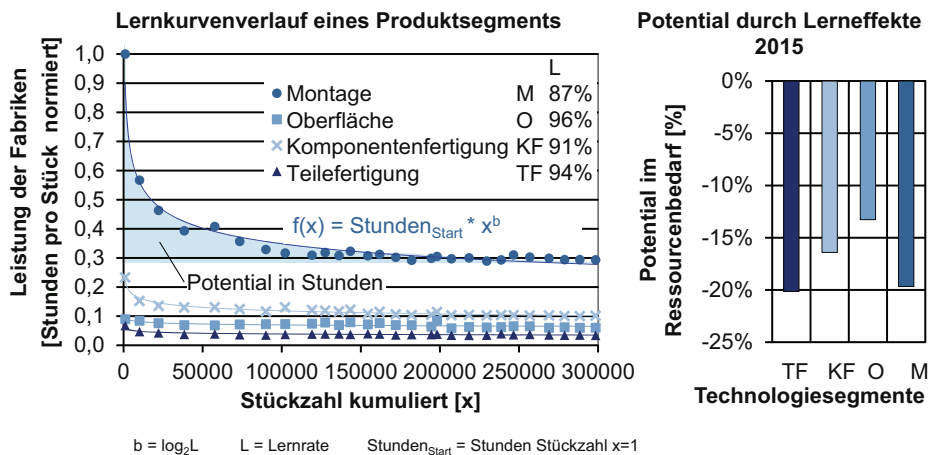


Abb. 6.12 Leistungsentwicklung von Fabriken. (Löffler 2011)

Unter Ausnutzung der logarithmischen Eigenschaften im Verlauf des Leistungspotentials aus der Vergangenheit heraus, lassen sich Lernraten ableiten, welche mathematisch mit den Stundenaufwendungen für die Stückzahl Eins über das Lernkurvenmodell zur Kalkulation und Prognose des Ressourcenbedarfs in der Zukunft herangezogen werden können. Die in den Analysen dargestellten und über die Lernkurve modellierbaren Leistungsverläufe ergeben sich aus der Summe an Maßnahmen kontinuierlicher Verbesserungen und Leistungssteigerungen in den Produkten, Prozessen und der Organisation.

Aus dem Kurvenverlauf lässt sich neben der Prognose der Zukunft auch das Potential ableiten, welches in den jeweiligen technologischen Segmenten steckt. Entsprechend der Lernraten liegt dies in manuellen Bereichen tendenziell höher als in ausgereiften hochautomatisierten Bereichen, welche bereits im Bereich der technischen Grenzbereiche operieren. Aus dem Potential, welches sich aus dem Integral unterhalb der Lernkurve ergibt, lassen sich für die Zukunftsausrichtung zwei Stoßrichtungen ableiten: zum einen muss es im Sinne der Gestalter für das System Produktion liegen, den Anfangsaufwand bei Stückzahl Eins zu reduzieren und zum anderen sämtliche Maßnahmen in die frühen Phasen der Produktentwicklung und Konzeption der Produktion zu bringen, welche für einen flachen Lernkurvenverlauf sorgen (Abschn. 5.2.4).

6.2.2 Technologiekalender

Technische wie organisatorische konzeptionelle Verbesserungsansätze und Änderungen der Produkte und Technologien zählen zu den diskontinuierlichen Wandlungstreibern einer Fabrik und führen zu Sprüngen im Leistungsverlauf von Produkt- und Technologie-segmenten. Diskontinuierliche Veränderungen haben in der Regel tiefgreifende strukturelle Auswirkungen auf das System Produktion und bedürfen unter diesem Gesichtspunkt einer sorgfältigen und langfristigen Planung. In der Regel substituieren, erweitern und verändern sie bestehende Strukturen nachhaltig und müssen vor diesem Hintergrund hinsichtlich ihrer Wechselwirkungen und Zusammenhänge zeitlich und inhaltlich terminiert und synchronisiert werden. Um die Zeitachse bei der Planung neuer Technologie- und Fertigungsstrukturen besser zu berücksichtigen, wurde Mitte der 80-er Jahre der Technologiekalender vorgeschlagen (Westkämper 1986) und als Instrument der strategischen Planung und Entwicklung der Produktion etabliert.

Der Technologiekalender verfolgt das Ziel, die Entwicklungen der Märkte, der Produkttechnologien und der Produktionstechnologien zu synchronisieren. Der Technologiekalender besteht daher aus den Hauptwandlungstreibern, welche im Rahmen einer strategischen Planung zeitlich miteinander zu synchronisieren sind, sowie einer Zeitachse des kurz-, mittel-, und langfristigen Planungshorizonts. Inhaltlich werden die geplanten Aktivitäten und Veränderungen in den Bereichen Programm-, Produkt- und Produktionsentwicklung in ihrer Zeitachse im Technologiekalender aufgenommen und deren Abhängigkeiten visualisiert. Der Technologiekalender ist somit ein wirksames Instrument, um

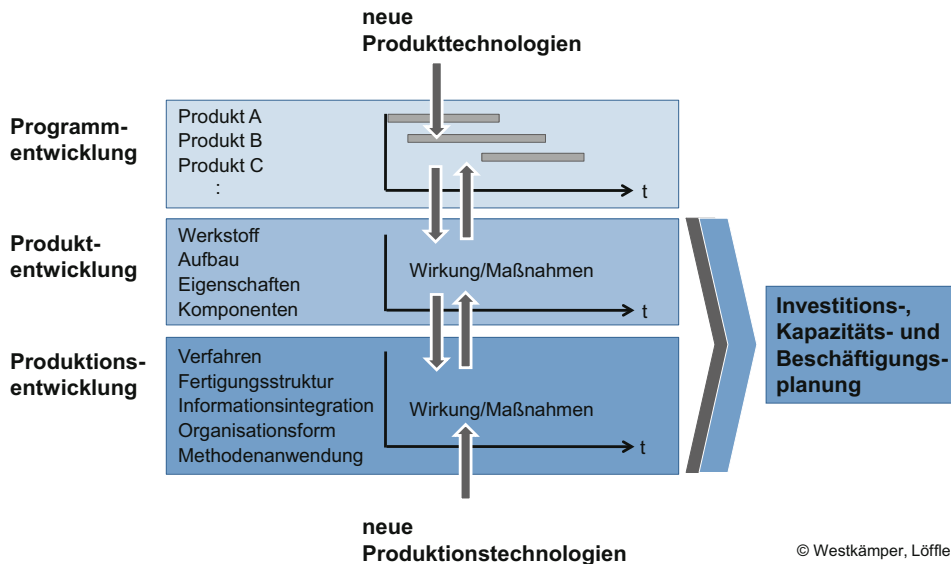


Abb. 6.13 Technologiekalender zur Synchronisation von Programm-, Produkt- und Produktionsentwicklung

zu einer aufeinander abgestimmten harmonisierten und synchronisierten Planung zu kommen (Abb. 6.13).

Die Programmentwicklung inklusive der enthaltenen Produktvarianten wird von der Unternehmensstrategie sowie der Produkt- und Marktplanung aus der Beobachtung und Analyse heutiger Märkte und einer Prognose der in Zukunft zu bedienenden Märkte definiert. Daraus ergibt sich der langfristige Produkt- und Absatzplan, aus dem die für das Produktprogramm vorgesehenen Volumina pro Jahr zu entnehmen sind. Die geplanten Produkte werden zu ihrem definierten Einführungszeitpunkt (Start of Production) mit den Mengenangaben pro Jahr im Technologiekalender eingetragen. Neben dem Einführungszeitpunkt sind zudem die geplante Laufzeit des Produkts in der Serienfertigung bis End of Production sowie rückwärtsterminiert der Zeitraum des Engineering zu markieren.

In der Produktentwicklung schlagen sich die produktbedingten technischen Aufgaben nieder, die zur Realisierung des vorgegebenen Produktprogramms zu erledigen sind. Die technologischen Veränderungen der Produkte sind in ihrer zeitlichen Abfolge dem Forschungs- und Entwicklungsplan der Unternehmen zu entnehmen und mit dem Einführungszeitpunkt der neuen Produkttechnologien im Technologiekalender zu ergänzen. In diesen Bereich fallen sämtliche konstruktive technische und konzeptionelle Veränderungen der Produkte.

Analog der Produktentwicklung kommt der Produktionsentwicklung die Aufgabe zu, die Ressourcen der Produktion zu schaffen, die zur Realisierung des Produktprogramms in quantitativer Hinsicht und im Hinblick auf die technischen Anforderungen der Produk-

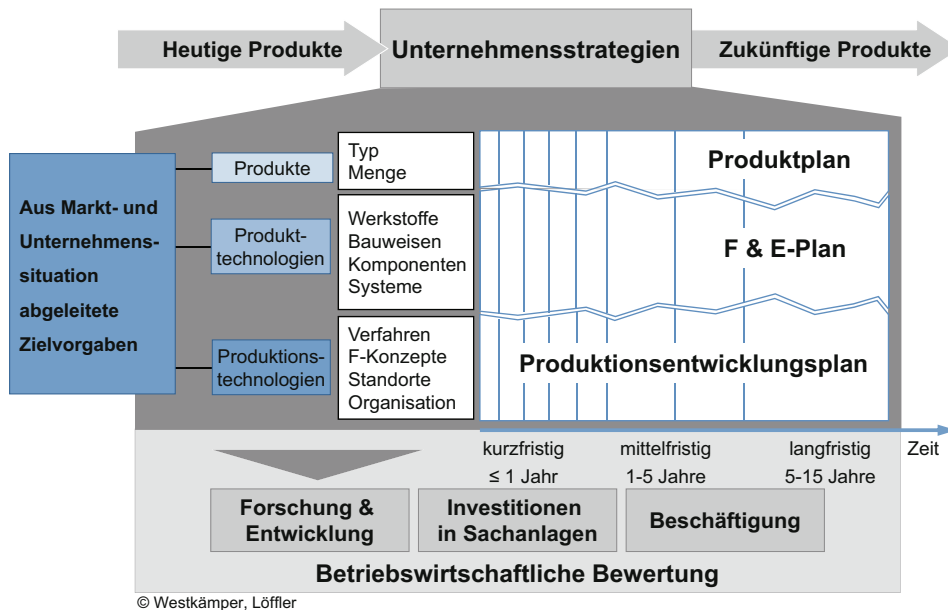


Abb. 6.14 Technologiekalender als Instrument der strategischen Unternehmensplanung

te zu den vorgegebenen Zeitpunkten erforderlich sind. Die hierfür vorgesehenen neuen technischen und technologischen Konzepte der Produktion sind dem Produktionsentwicklungsplan zu entnehmen, sofern dieser im Unternehmen existiert. Falls nicht, sind diese Informationen für den Aufbau des Technologiekalenders zusammenzutragen. Die Produktionsentwicklungen beziehen sich auf alle technologischen und organisatorischen Konzepte und müssen im Zuge der Entwicklungen der Informations- und Kommunikationstechnik in den vergangenen Jahren auch diese als entscheidenden Treiber für technische Innovationen in der Produktion vorsehen und berücksichtigen (Abb. 6.14).

Durch die Visualisierung der Entwicklungen ergibt sich eine Transparenz der strategisch relevanten Unternehmensbereiche und ihrer Abhängigkeiten zueinander. Auf deren Basis können eine zeitliche Synchronisierung durchgeführt und die Zeitpunkte für strukturelle Anpassungen der Produktion abgeleitet werden. Der Technologiekalender stellt mit seinen Informationen über die technisch konzeptionellen Veränderungen eine maßgebliche Eingangsgröße zur Anpassung der Strukturen des Systems Produktion dar und leistet einen entscheidenden Beitrag zur Harmonisierung der in diesem Zusammenhang durchzuführenden Veränderungsprozesse.

Ein Beispiel für einen Technologiekalender, in dem die Zusammenhänge veranschaulicht sind, zeigt Abb. 6.15. Maßgebliche strukturelle Veränderungen des Systems Produktion können nur mit der Einführung neuer Produkte verbunden werden, daher konzentrieren sich die wesentlichen technischen Änderungen auf Produkt- und Technologie-seite mit dem jeweiligen Start of Production. Aufgebaut ist das Beispiel entsprechend

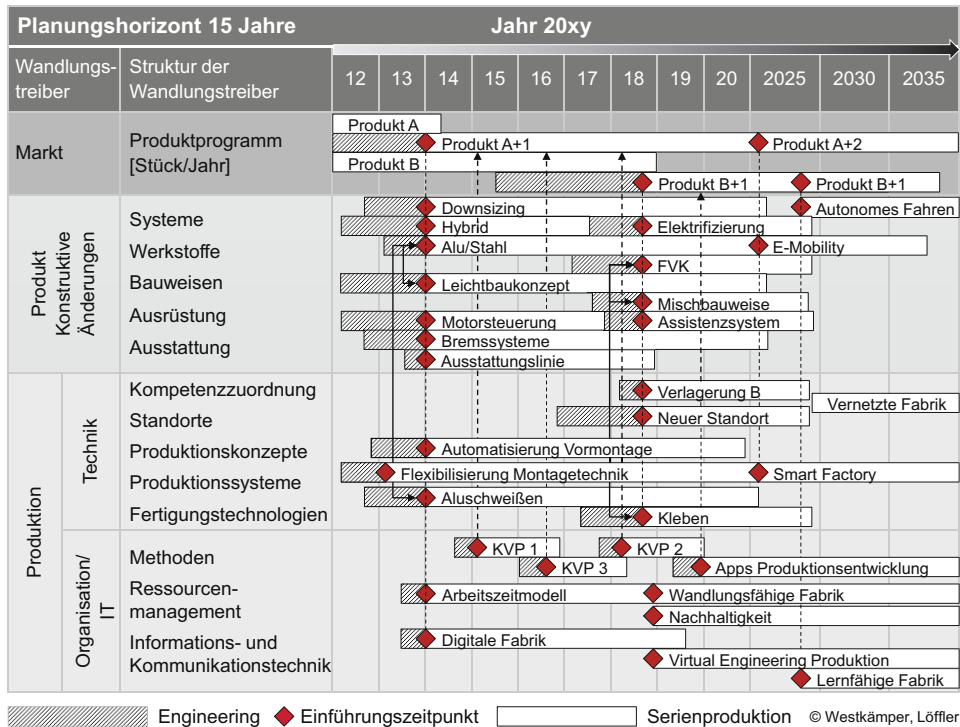


Abb. 6.15 Beispiel für einen Technologiekalender

der Systemebenen von Produkten und Produktion und kann individuell an die Unternehmensgegebenheiten angepasst werden. Produktseitig strukturiert sind die Änderungen im Bereich der Systeme, Werkstoffe, Bauweisen, Ausrüstungen und Ausstattungen, produktionsseitig folgen sie den Systemebenen der Produktion, angefangen von der Zuordnung von Kompetenzen im Produktionsnetzwerk, über standortbezogene Anpassungen bis hin zu Veränderungen der Produktionskonzepte, Prozess- und Fertigungstechnologien. Zu berücksichtigen sind darüber hinaus methodische Ansätze, Veränderungen des Ressourcen- und Kapazitätsmanagements sowie Anpassungen der Informations- und Kommunikationstechnik.

Aus der Planung der Aktivitäten in den Bereichen der Programm-, Produkt- und Produktionsentwicklung im Technologiekalender, müssen nun zeitpunktorientiert die Bedarfe an Forschungs- und Entwicklungsressourcen, an Produktionsressourcen und an Personalressourcen in Form der Investitions-, Kapazitäts- und Beschäftigungsplanung abgeleitet werden. Um die Planungen in ihrer Wirkung auf Ressourceneffekte zu quantifizieren, bedarf es tiefergreifender Technologie- und Konzeptstudien, da die Veränderungen eine Fabrik oder ein technologisches Segment auf ein neues Leistungsniveau heben (Abschn. 3.1). Auf Basis der Ableitung der Investitions-, Beschäftigungs- und Kapazitätspla-

nung kann dann eine betriebswirtschaftliche Bewertung nach Kosten und Nutzen folgen, um die betriebswirtschaftliche Effizienz und die Kompatibilität mit den Zielen der Unternehmensstrategie sicherzustellen. Dies erfolgt üblicherweise im Rahmen der betrieblichen Geschäftsplanung.

Aus dem Technologiekalender lassen sich die aus den Entwicklungen erforderlichen Änderungen der Ressourcen genauso ableiten wie die für die Umsetzung notwendigen Investitions- sowie Forschungs- und Entwicklungspläne. Der Technologiekalender dient damit als maßgebliche Eingangsgröße für die Vorbereitung und Planung struktureller Veränderungen der Fabriken und ist somit ein entscheidender Baustein für die strategische und systematische Weiterentwicklung des Systems Produktion.

6.2.3 Struktur- und Leistungsplanung

Die im Folgenden beschriebenen Planungsmethoden beziehen sich auf die Skalen des Systems Produktion, welche bei ihrer Gestaltung unterschiedlichen Freiheitsgraden und Planungshorizonten unterliegen. Zu deren Klassifikation der Autonomie einer Planung soll das bereits in Abschn. 5.2.1 eingeführte Modell des lebensfähigen Systems herangezogen und auf die Strukturen des Systems Produktion übertragen werden. Lebensfähigkeit ist im erweiterten Sinne als die Fähigkeit zu verstehen, sich veränderlichen Rahmenbedingungen schnell und effizient anzupassen sowie sich selbstständig aus dem Lernen und den Erfahrungen der Vergangenheit heraus für die Zukunft weiterzuentwickeln. Es scheint vor diesem Hintergrund als geeignet, auf die Gestaltung und Adaption des Systems Produktion übertragen zu werden (Abb. 6.16).

Das Modell besteht aus dem Umfeld mit Wandlungstreibern und spezifischen Rahmenbedingungen, welche die Ebenen des Systems Produktion in unterschiedlicher Intensität bedingen und beeinflussen. Auf den Top-Ebenen des Systems Produktion werden die Netzwerke und Standorte innerhalb eines strategischen langfristigen Planungshorizonts mit dem maximalen Handlungsspielraum der Wandlungsfähigkeit gestaltet. Dabei werden bestehende Grenzen, Restriktionen und Rahmenbedingungen überwunden und das Produktionsnetzwerk konfiguriert und rekonfiguriert. Auf der Ebene der Segmente liegt der Schwerpunkt auf der mittelfristigen taktischen Planung unter Berücksichtigung der langfristigen Ziele des Netzwerks und der Standorte sowie unter Berücksichtigung des operativen Geschäfts und seiner Bedingungen. Ebene drei handelt als Vermittler zwischen den oberen und unteren Ebenen und sorgt für die interne Balance des Systems Produktion. Aufgrund der starken Abhängigkeiten und Restriktionen, kann das System auf Ebene zwei lediglich innerhalb eines vordefinierten begrenzten Aktionsspielraums, dem Flexibilitätskorridor, verändert und angepasst werden. Die intensivsten Abhängigkeiten und Restriktionen aus dem Umfeld und untereinander bestehen auf der untersten Ebene des Systems in den technischen und organisatorischen Prozessen. Unter dem Einfluss der Interaktionen zwischen den Prozessen, werden diese als System geplant und gesteuert, um die kurzfristigen operativen Ziele zu erreichen. Das generische Grundmodell soll im Wei-

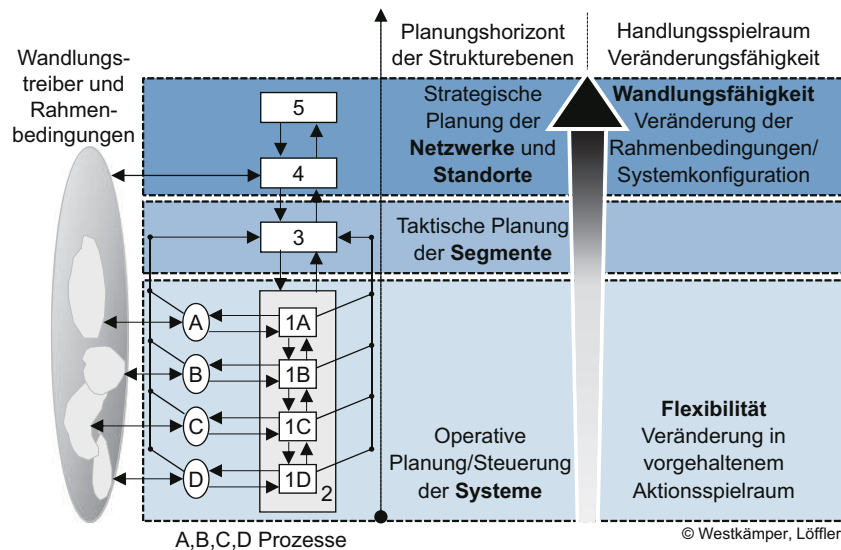


Abb. 6.16 Handlungsspielraum und Planungshorizont bezogen auf die Skalen des Systems Produktion

teren in den Handlungsrahmen und Planungshorizont zur Gestaltung und Anpassung der Skalen im System Produktion einleiten.

6.2.3.1 Strukturplanung vernetzter Produktionen

Die Planung und Gestaltung des Systems Produktion auf der obersten Ebene des Netzwerks mit allen Standorten eröffnet wie beschrieben den größten Aktionsspielraum im Hinblick auf die Konfiguration des Systems Produktion und der strategischen Veränderung und Festlegung der Rahmenbedingungen für alle darunter liegenden Systemebenen der Standorte, Segmente und Systeme. Der Volatilität und den Herausforderungen der Märkte ausgesetzt, vergrößerten Unternehmen in den vergangenen Jahren ihre Produkt- und Technologiebandbreiten und erweiterten ihre Produktionskapazitäten, welche auf vielzählige bestehende und neue Standorte verteilt sind. Strukturen der Vernetzung ergeben sich dabei aus der Zuweisung von Produkten zu Produktionsstandorten mit ihren jeweiligen Ressourcen. Die Sicherung der Wettbewerbsfähigkeit in einem durch permanenten Wandel und Dynamik geprägten Umfeld erfordert zugleich permanente und effiziente Anpassungen der Fabriken und ihrer Strukturen durch die produzierenden Unternehmen. Insbesondere unter dem Aspekt der Langlebigkeit der Fabriken und ihrer Einrichtungen ergibt sich ein besonderes Augenmerk für den speziellen Aspekt der Wandlungs- und Anpassungsfähigkeit.

Die Konfiguration und Rekonfiguration eines Produktionsnetzwerks in Bezug auf die Zuordnung von Produktionsaufgaben, Kapazitäten, Technologien und Ressourcen zu Produktionsstandorten, ihre technologische und kapazitive Ausprägung und Gestaltung sowie

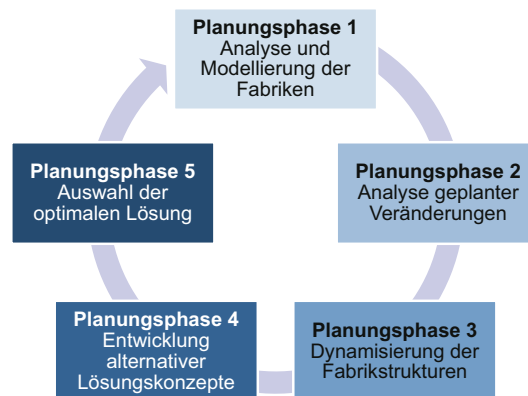
die langfristige Adaption und Entwicklung der Strukturen eines Systems Produktion ist eine komplexe strategische Planungsaufgabe. Die Komplexität der Planungsaufgabe, verbunden mit den vielfältigen dynamischen Einflussfaktoren des Umfelds, erfordert eine systematische Vorgehensweise. Diese muss in der Lage sein, alle relevanten Unternehmensbereiche partizipativ in die Planung einzubeziehen sowie den externen wie internen Wandlungstreibern der Märkte, der technologischen Entwicklungen der Produkte sowie der Innovationen und Veränderungen der Produktionsressourcen gerecht zu werden. Sie muss zu einer langfristigen Anpassung und Optimierung des Systems Produktion auf der Ebene des Produktionsnetzwerks führen. Eine geeignete Planungsmethode, die diesen Anforderungen sowie der Autonomie und dem Gestaltungsspielraum des Planungsgegenstands gerecht wird, wurde im Rahmen eines industriellen Projektes entwickelt und am praktischen Beispiel verifiziert (Löffler 2011).

Die Systematik zur permanenten Strukturadaption ist als kontinuierlicher Planungsprozess zu verstehen, der permanent durch die Notwendigkeit der Veränderungen angestoßen wird. Die Planung enthält alle erforderlichen Schritte von der Analyse der Ausgangssituation, der Leistungsentwicklung der Produktion aus der Vergangenheit heraus bis zur Bewertung und Auswahl einer geeigneten optimalen Strukturkonfiguration des Systems Produktion. Die Systematik gliedert sich grundsätzlich in fünf Planungsphasen (Abb. 6.17).

Der Planungsablauf lässt sich in zwei Planungsabschnitte unterteilen, welche sich auf eine Analyse- und einen Gestaltungsteil aufgliedern.

Im ersten Planungsabschnitt erfolgt die Analyse der Vergangenheit, Gegenwart und der planmäßigen Zukunft in Planungsphase 1 und 2. Planungsphase 1 umfasst die Analyse und Modellierung der bestehenden Fabrikstrukturen des Systems Produktion, dessen

Die Planungssystematik hat **kontinuierlichen Planungscharakter** ...



... deren Planungsanstoß durch die Wandlungstreiber ausgelöst wird.

© Westkämper, Löffler

Abb. 6.17 Methode der Strukturentwicklung des Systems Produktion

Standorte und Ressourcen in einem Produktionsverbund vernetzt sind und über Jahre hinweg gewachsen sind aus den beiden Sichten der Produkte und der Produktion.

Die Analyse der Produktstrukturen erfolgt, wie in Abschn. 6.2.1 beschrieben, für alle Produktsegmente in Form repräsentativer Referenzprodukte. Diese werden gemäß ihrer Struktur in Stunden pro Produkt entlang der gesamten Prozesskette analysiert und stellen die Durchschnittsanforderungen des Produktprogramms an die Produktion dar. Die Produktstrukturanalyse bildet die äußere Varianz auf Basis aller Produktsegmente ab. Darüber hinaus erfolgt die Analyse der Komplexität innerhalb der Produkte, getrieben durch Ausstattungsvarianten. Die Komplexitätsanalyse wird durch die innere Varianz der Produkte gemessen und durch deren Änderungsdynamik innerhalb eines Produktlebenszyklus. Die Komplexitätsanalyse schließt mit einem Modell, das die maximal und minimal ausgestatteten Produkte in Stunden pro Produkt charakterisiert.

Im Rahmen der Produktionsstrukturanalyse werden die Ressourcen und Standortprofile für die direkten und indirekten Bereiche der Produktion analysiert. Unter Berücksichtigung der Standortrestriktionen wird das gesamte Produktionsnetzwerk in seiner Struktur auf der Ebene der Produktionssegmente in Stunden pro Produkt beschrieben. Die Produktionsstrukturanalyse schließt die Zuweisung von Produkten, Technologien und Ressourcen zu den Standorten mit ein und bildet die Ausgangskonfiguration des Produktionsnetzwerks ab. Auf Basis einer Analyse der Vergangenheit wird die Leistungsentwicklung der Produktion auf der Ebene der Produkt- und Produktionssegmente der Standorte durchgeführt und das Verbesserungspotential in Form einer Lernkurvenanalyse quantitativ messbar in Stunden abgeleitet. Die Zusammenführung der einzelnen Teilanalysen ergibt ein umfassendes Fabrikstrukturmodell des betrachteten Systems Produktion in seiner Vernetzung. Die Analyse bildet mit einem Modell der bestehenden Fabrikstrukturen die Ausgangsbasis für alle weiteren Planungsschritte, welche unter dem Einfluss der Wandlungstreiber eines dynamischen Umfelds zu durchschreiten sind (Abb. 6.18).

In Planungsphase 2 werden alle Veränderungen analysiert, die für die Zukunft im Rahmen eines strategischen Planungshorizonts von zehn bis fünfzehn Jahren in der Unterneh-

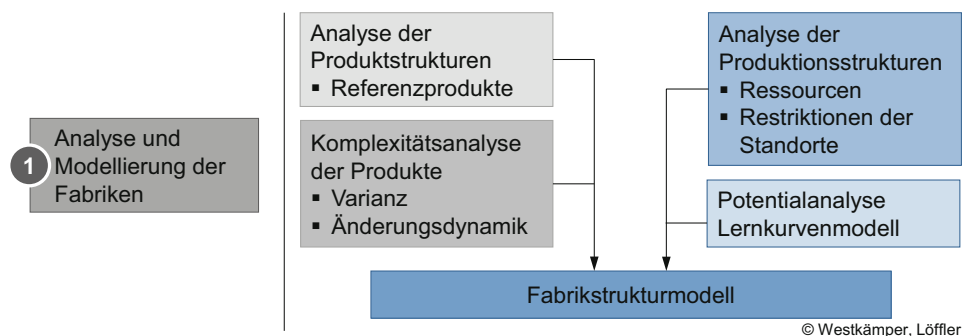


Abb. 6.18 Analyse und Modellierung des Systems Produktion

mensstrategie und ihren Teilstrategien vorgesehen sind. Unter Verwendung des Technologiekalenders werden die Entwicklungen der Märkte, der Produkte, der Produktion sowie der Informations- und Kommunikationstechnik zeitlich synchronisiert und zur quantitativen Beschreibung der Marktentwicklung das langfristige Produktionsprogramm herangezogen, wie in Abschn. 6.2.2 beschrieben.

Im zweiten Planungsabschnitt erfolgt die Gestaltung der Zukunft der Fabriken basierend auf Szenarien unter spezieller Berücksichtigung von Aspekten der Wandlungsfähigkeit, die aufgrund der Langfristigkeit in der Auslegung und Konfiguration einer vernetzten Produktion von essentieller Bedeutung sind (Abb. 6.19). Auf Basis der Synchronisation der Veränderungstreiber aus Phase 2 erfolgt in Planungsphase 3 die Dynamisierung des Modells der Fabrikstrukturen, welches in Phase 1 analysiert, charakterisiert und modelliert wurde. Aufgrund der Aufwendigkeit des Planungsschritts wurde für diesen Zweck ein EDV-Werkzeug konzipiert, in das die Analysemodelle der Fabrikstrukturen und ihrer Veränderungen integriert wurden. Mit diesem Werkzeug können die Fabrikstrukturen systematisch durch die Wandlungstreiber variiert und deren kapazitive Auswirkungen auf die Strukturen automatisiert berechnet und visualisiert werden. Damit sind szenarienbasierte Grenzbetrachtungen der Standorte und ihrer Restriktionen möglich.

Darauf aufbauend werden in Planungsphase 4 alternative Lösungskonzepte für die Konfiguration des Systems Produktion entwickelt, die der Forderung nach Wandlungs-

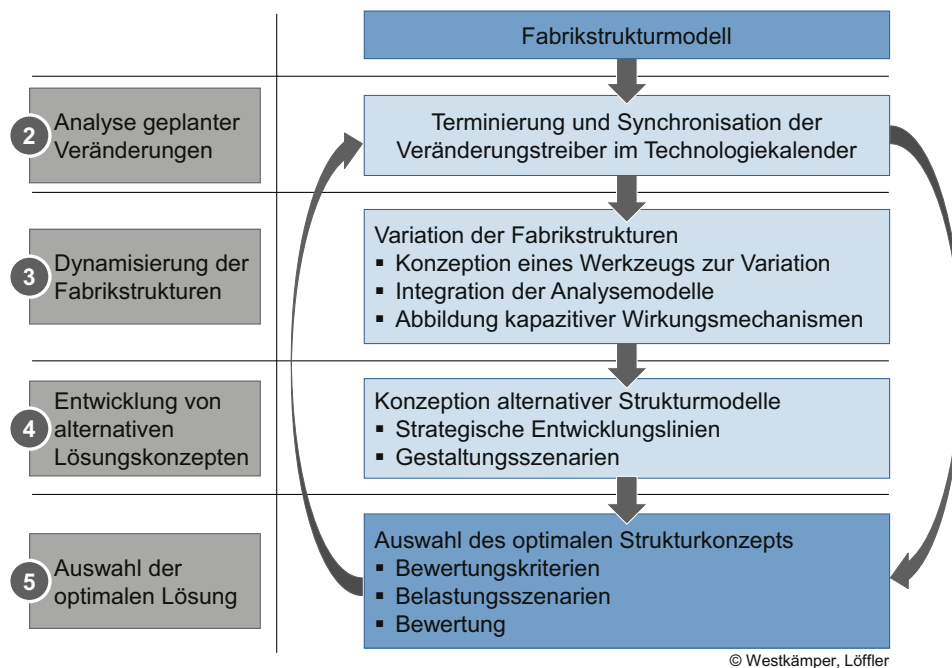


Abb. 6.19 Permanente Gestaltung und Adaption des Systems Produktion

fähigkeit gerecht werden. Ausgehend von einem Idealkonzept für eine Fabrikstruktur werden Grundprinzipien zur Strukturierung von Fabriken erarbeitet und strategische Stoßrichtungen für die langfristige Entwicklung und Gestaltung des Systems Produktion entwickelt. Um die spezifischen Charakteristika der technologischen Segmente und der Ableitung konzeptioneller Ansätze zur Steigerung der Wandlungsfähigkeit zu berücksichtigen, sind Partialmodelle der Technologiesegmente innerhalb der Fabrikstruktur zu erarbeiten, welche auf die spezifischen technologischen Bearbeitungsanforderungen eingehen. Diese sind dann als alternative Strukturmodelle in Form von Gestaltungsszenarien für eine vernetzte Produktion gemäß definierter Kriterien zusammenzuführen.

Die Alternativen werden abschließend in Planungsphase 5 bewertet und auf dieser Basis die zu einem definierten Zeitpunkt optimale Lösung ausgewählt. Hierfür sind Bewertungskriterien zu erarbeiten und Belastungsszenarien aus dem Markt heraus zu entwickeln, mit denen die alternativen Konzepte belastet werden. Die Simulation der Belastung der alternativen Strukturkonzepte erfolgt systematisch in Form von Systemszenarien mit dem entwickelten EDV-Werkzeug, deren Ergebnisse zur Bewertung der Konzepte herangezogen werden.

Die Umfänge der einzelnen Planungsphasen wurden in überschaubare Teilaufgaben untergliedert und mit den entsprechenden Planungsmethoden unterstützt. In ihrem Ablauf können die einzelnen Planungselemente parallelisiert und partizipativ abgearbeitet sowie abschließend in ein Gesamtergebnis überführt werden. Insbesondere für die Schaffung der erforderlichen Datengrundlagen zur Modellierung des Systems Produktion wäre eine automatisierte Lösung der Datenbeschaffung aus den Systemen auch im Hinblick auf deren Aktualisierung von Vorteil und sollte bei der Schaffung der Voraussetzungen für eine durchgängige IT-Architektur in Rahmen der Digitalisierung berücksichtigt werden. Insgesamt führt die Planungsmethode unter Berücksichtigung der Veränderungstreiber systematisch zu alternativen Lösungsansätzen, mit denen die strukturelle Wandlungsfähigkeit des Systems Produktion im Rahmen einer strategischen Planung erhöht werden kann.

6.2.3.2 Standortentwicklungsplanung

Standorte sind Elemente des Systems Produktion mit eingeschränkter Autonomie. Ihnen werden im Zuge der Strukturplanung Produktionsaufgaben zugewiesen, die sie eigenständig mit optimierten Konzepten möglichst effizient ausführen sollen. Standorte können mehrere Segmente umfassen, die wiederum auch teilautonome Subsysteme entsprechend dem Konzept des erweiterten Systems Produktion enthalten können. Standorte und Segmente der Standorte benötigen für ihre langfristige Entwicklung eine strategische Perspektive und Prämissen, auf die sie ihre Planungen ausrichten können. Dazu ist es erforderlich, eine Systemplanung mit dem Ziel einer Leistungsentwicklung auszuführen (Hartkopf 2013), wie Abb. 6.20 zeigt.

Versteht man eine Fabrik oder einen Standort als ein komplexes System, das eine Historie hat und dessen augenblickliche Leistung auch das Ergebnis vergangener Maßnahmen ist, so wird deutlich, dass der augenblickliche Zustand die Ausgangsbasis für eine Wei-

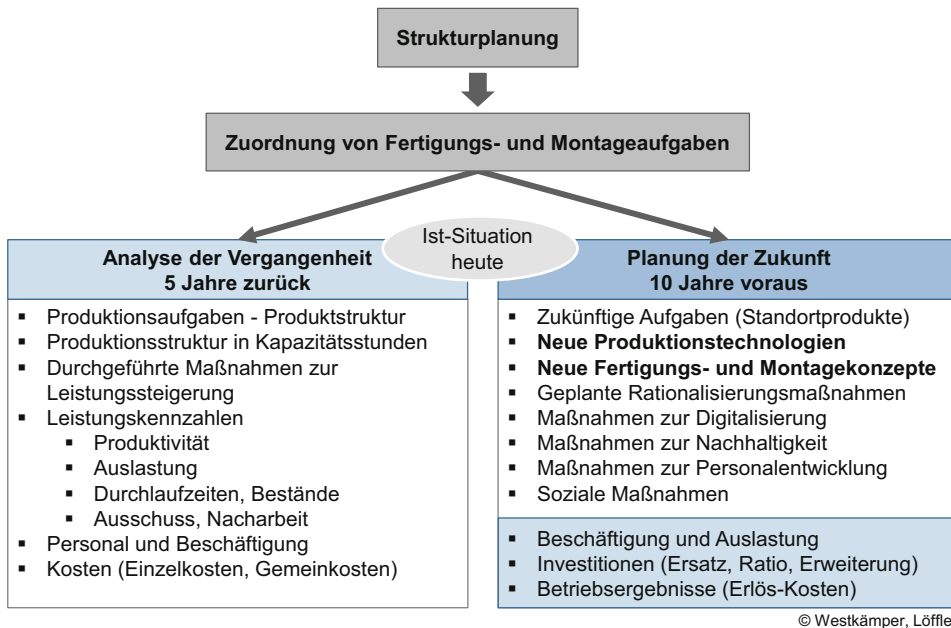


Abb. 6.20 Standortentwicklungsplanung

terentwicklung ist. Soll dieses System an die Aufgaben der Zukunft angepasst werden, so können Planungen nur mit einer Analyse der Vergangenheit beginnen. Eine Standort- oder Segmententwicklungsplanung benötigt eine Analyse der Produkte und Aufgaben sowie der Produktionsstruktur inklusive einer Bewertung der technologischen und kapazitiven Fähigkeiten mit einer Einschätzung der noch zu erwartenden Restlebens- oder Nutzungsdauer der technischen Einrichtungen und Anlagen. Aus der Analyse kann herausgearbeitet werden, welchen Organisationsstand der Standort in Bezug auf die Anwendung leistungssteigernder Methoden, wie z. B. KVP oder Lean Management, bereits hat und über welche Kompetenzen er hinsichtlich der digitalen Produktion und Lernfähigkeit verfügt. Ferner lässt sich feststellen, inwieweit bereits Ansätze zur Nachhaltigkeit vorhanden sind. Aus der Leistungslinie müssten sich auch Hinweise auf Wettbewerbspositionen erkennen lassen.

Die Analyse der dargestellten Positionen ist die Basis der Weiterentwicklung und gibt Hinweise auf die zeitlichen Gradienten. Hochentwickelte Standorte haben eher geringere Leistungsdefizite und ein stabiles Fundament für eine Zukunftsorientierung. Für die Zukunft sollte der Planungshorizont langfristig sein. Dazu ist es notwendig, die zukünftigen Aufgaben an Art und Menge zu kennen, um die Eckwerte der Kapazitäten bzw. die Normalkapazitäten des Standortes zu definieren, beispielsweise auf wieviel Produkte oder wieviel produktive Stunden pro Jahr der Standort ausgerichtet werden sollte. Es reicht leider nicht, die kapazitive Entwicklung aus den Produktionsdaten der Vergangenheit zu

übernehmen und einfach fortzuschreiben, sondern sie müssen mit Bezug auf den Technologiekalender und mit Bezug auf Kosten und Qualitätsziele neu erarbeitet werden. Hier beginnt die Frage, welche konzeptionellen neuen Technologien und welche Ansätze in die Gestaltung der Fertigungs- und Montagesysteme einfließen sollen.

Neue Konzepte folgen Grundlinien, ihre Umsetzungen bedürfen jedoch noch einer Detailplanung. Die Frage, welche Technologien welche Wirkung auf die Leistung haben und in das Investitionsprogramm aufgenommen werden müssen, ist von strategischer Relevanz für die Planung der Infrastruktur und für die Planung der Beschäftigung bzw. des zukünftigen Personalbedarfs. Das gesamte Bündel konzeptioneller Maßnahmen muss in seiner Wirkung auf das System Produktion abgestimmt und in einen zeitlichen Ablauf gebracht werden, um die wirtschaftliche Entwicklung mit konkreten Handlungsweisen abzustützen.

Den Gestaltern der Konzepte wird ein „Bottom-Up“ Vorgehen empfohlen, welches bei den wertschöpfenden Prozessen und Technologieketten beginnt und von innen nach außen der Architektur des Systems Segment oder Standort folgt, um eine hohe Systemeffizienz zu erreichen. Die folgenden beiden Bilder zeigen beispielhaft, wie dabei auch innovative Ansätze zur Flexibilität und Wandlungsfähigkeit umgesetzt werden können.

Die Planung einer Teilefertigung (Urformen, Umformen, Trennen, Beschichten) umfasst die Fertigungsprozesse vom Rohmaterial bis zu den Fertigteilen (Abb. 6.21). Ziel der Planung ist ein Fertigungssystem mit Maschinen, Vorrichtungen und Werkzeugen, die den derzeitigen und zukünftigen Bearbeitungsanforderungen der Teilespektren in technischer und wirtschaftlicher Hinsicht gerecht werden. Dabei kann von den Möglichkeiten einer Komplettbearbeitung in Fertigungszellen sowie der Hochgeschwindigkeitsbearbeitung Gebrauch gemacht werden, um die technologischen Potentiale auszunutzen und in

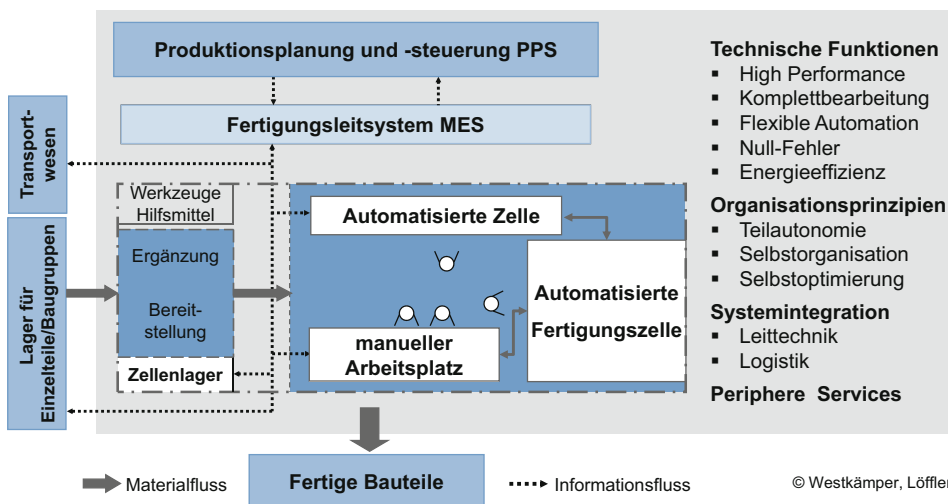


Abb. 6.21 Modell eines hybriden flexiblen Fertigungssystems für die Teilefertigung

Grenzbereiche vorzudringen. Aber nicht allein eine Verfahrensintegration für die Komplettbearbeitung, sondern die Erfüllung von Anforderungen an die Genauigkeit und Präzision sind Herausforderungen bei der Gestaltung der Maschinen. In die Prozessfolgen lassen sich intelligente Systeme zur prozessnahen Qualitätsregelung einbauen, um eine Null-Fehler Produktion zu erreichen. Eine hohe Flexibilität im gesamten System kann durch Einbeziehung auch manueller Operationen und durch flexible Automation in der Konfiguration der Ver- und Entsorgung erreicht werden. Flexible Fertigungssysteme besitzen teilautonome Steuerungen und ein echtzeitfähiges Leitsystem. Ferner sind sie über definierte Schnittstellen mit innerbetrieblichen Transport- und Lagerfunktionen verbunden. Das Layout muss den Anforderungen an Wandlungsfähigkeit gerecht werden.

Das Bild zeigt ein Strukturmodell eines hybriden Systems mit einer Pufferfunktion für Material und Betriebsmittel, das eine zeitunkritische und bestandsarme Ver- und Entsorgung möglich macht und in dem der Personaleinsatz flexibel organisiert werden kann, so dass ein hohes Maß an Selbstorganisation und Selbstoptimierung möglich wird.

Flexible Montagen (Lotter und Wiendahl 2012) werden durch Vorgangsfolgen und Reihenfolgen charakterisiert, die im Prinzip eine begrenzte Variabilität besitzen. Diese Variabilität kann in einem Montagesystem mit einer modularen Systemarchitektur ermöglicht werden. Die Folgen und die benötigten Arbeitsplätze ergeben sich unmittelbar aus der Konfiguration der Produkte bzw. den Produktspezifikationen. Zukunftsfähige Montagesysteme sollten sich also permanent an die Montageaufgaben anpassen lassen und überschüssige Ressourcen eliminieren. Der Planungsprozess beginnt beim Wertstrom in Abhängigkeit von den zu fügenden Einzelteilen und Komponenten. Variantenreiche Produkte benötigen variable Prozessfolgen und eine Variabilität der Montagestationen. Reproduzierbare Montageprozesse lassen sich automatisieren. Ihre Konfiguration sollte flexibel auf die aktuelle Auftragssituation anpassbar sein. Manuelle Tätigkeiten betreffen vorwiegend individuelle und auftragsspezifische Fügeoperationen (Abb. 6.22).

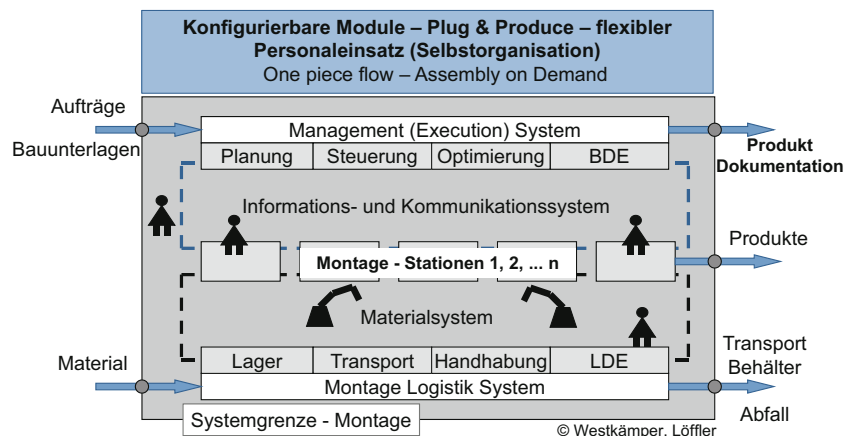


Abb. 6.22 Modell eines wandlungsfähigen, konfigurierbaren Montagesystems

Wesentliche Aspekte bei der Gestaltung eines Montagesystems liegen in der Integration der Materialversorgung und in der Abstimmung der Ressourcen mit der kurzfristigen Auftragssituation. Die Materialversorgung in einem Montagesystem sollte ebenso wie das Layout und das Managementsystem wandlungsfähig und flexibel konfigurierbar sein. Die Konfigurierbarkeit kann durch Selbstorganisation und Selbstoptimierung erreicht werden. Das Bild zeigt die Grundstruktur eines wandlungsfähigen und hybriden Montagesystems, in dem automatisierte Funktionen und manuelle Funktionen sowohl mit dem Material- als auch mit dem Informations- und Kommunikationssystem verbunden sind. Eine produktbezogene Segmentierung mit wandlungsfähigen Montagesystemen verschafft den Unternehmen den Spielraum für eine hohe Kundenorientierung.

6.2.3.3 Arbeitsplatzgestaltung für neue Technologien

Produktionen sollen Mitarbeiter und Fremde emotional für Produkte und die Art ihrer Herstellung und Dienstleistungen begeistern, damit eine hohe Leistungsbereitschaft nachhaltig erzielt werden kann. Die Emotionalisierung schließt das Design der Arbeitsplätze und der Arbeitsplatzausrüstung ebenso ein, wie die peripheren sozialen Einrichtungen. Unternehmen müssen folglich in ihrer Produktion eine „Corporate Identity“ schaffen, die nicht nur technisch-funktional geprägt ist, sondern auch unter zeitgemäßen Designkriterien eine ansprechende Arbeitsatmosphäre schafft. Arbeitsplätze sollten dabei mindestens die Anforderungen und Vorschriften der Gesetzgeber erfüllen, d. h. in Bezug auf Ergonomie, Arbeitssicherheit und physischer Belastungen die Grenzwerte unterschreiten. Sie sollten auch durch ihr Erscheinen ein Vorbild sein, welches kulturelle Akzente setzt.

Ein besonderer Aspekt betrifft die Förderung der Kommunikationswege. Sie werden durch das Layout bestimmt. Sie sollten kurz sein aber auch zur Transparenz der Prozesse bei der Abwicklung kundenspezifischer Nachfragen beitragen. Nicht ein Übermaß an Informationen, sondern Schlichtheit verbunden mit zeitgemäßem Design, hinterlässt Eindrücke, die von Mitarbeitern gern in ihr privates Umfeld getragen werden. Wenn möglich, sollten Produktionen offen sein für Besucher, Kunden, Lieferanten, Partner und Mitarbeiter öffentlicher Organe, um Kooperationen und Verständnis für Aktionen der Unternehmen zu fördern.

Fabriken in urbaner Umgebung werden meist als Störfaktoren gesehen. Dies resultiert aus Belastungen für Anwohner durch den Güterverkehr, durch Emissionen (Luft, Wasser, Licht, Lärm), aber auch durch das Erscheinungsbild. Deshalb sind Maßnahmen zur Reduzierung der Belastungen auch immer strategische Maßnahmen, die sich dann auszahlen, wenn es um lokale Interessen der Unternehmen bei Erweiterungen, bei der Personalbeschaffung oder anderen strukturelevanten Veränderungen geht, von denen die Nachbarschaft betroffen ist.

6.2.3.4 Infrastrukturentwicklung

Die operativen Segmente sind die Träger der Wertschöpfung. Ihre Leistungen sind aber von einer funktionierenden Infrastruktur der Standorte abhängig. Von den Systemen der Infrastruktur wird eine hohe Zuverlässigkeit und Verfügbarkeit ihrer Leistungen zu ge-

ringsten Kosten erwartet, um Engpässe und Störungen für die operativen Bereiche zu vermeiden. Da die operativen Systeme als wandlungsfähige und flexible Systeme auftragsabhängig konfiguriert werden können, muss deren Adaptionsfähigkeit auch von den Systemen der Infrastruktur zugelassen und unterstützt werden. Dies betrifft das logistische System ebenso wie die Information und Kommunikation, die Medienver- und -entsorgung (Wasser, Abwasser, Energie). Gebäude und Flächen sollten universalisiert und einem betrieblichen Standard folgen. Alle Systeme sind auf eine Generallinie mit langfristigen Perspektiven auszulegen, d. h. Unternehmen brauchen einen „Generalbebauungsplan“ nicht nur für ihre Gebäude und Flächen, sondern auch für die Logistik, die Architektur des Informations- und Kommunikationssystems, die Medien (Wasser, Abwasser, Abfall, Luft, etc.) und ein langfristiges Konzept für die Energieversorgung sowie den gesamten Sozialbereich und für das Sicherheitssystem (Abb. 6.23).

Alle diese Systeme haben Schnittstellen zu externen Quellen und Senken. Sie können in regionale Verbünde integriert werden, um Synergiepotentiale zu aktivieren. Ein Beispiel ist dabei die Energieversorgung, die mit lokalen Netzen verbunden werden kann. Die Verkehrsanbindung für Mitarbeiter und für die Logistik verlangt eine planerische Kooperation mit öffentlichen Bereichen. Hier gibt es zukunftsbezogene Aufgaben zu lösen, wie die Vermeidung von Belastungsspitzen durch just-in-time Strategien, die sich unmittelbar auf den Standort und seine Entwicklung auswirken. Synergieeffekte wie eine gemeinsame Nutzung von Einrichtungen wirken sich direkt auf die Gemeinkosten aus und sollten mit konkreten Planungen begründet werden.

Die Systeme der Standort-Infrastruktur mit ihren Wechselwirkungen in den öffentlichen Bereich werden wie kaum ein anderer Bereich des Systems Produktion von Gesetzen



Abb. 6.23 Standort-Infrastruktur für die Produktion

und Vorschriften tangiert. Da tendenziell mit einer Verschärfung anstatt einer Entlastung zu rechnen ist, sollten die Gestalter von Systemen der Standort-Infrastruktur von vornherein eine Übererfüllung der Grenzwerte bei ihren Investitionen anstreben. Die Entwicklung der Standortstruktur ist folglich eine der wichtigsten Aufgaben der strategischen Planung der Produktion.

6.3 Ressourcenplanung

Die Entwicklung des Systems Produktion ist ein Bestandteil einer langfristigen Unternehmensentwicklung und muss daher in die Unternehmensplanung integriert werden. Üblicherweise haben strategische Unternehmensplanungen einen zeitlichen Horizont von 10 bis 15 Jahren entsprechend der Lebenserwartung der von den Unternehmen hergestellten und zu verkaufenden Produkte und Dienstleistungen. Strategische Unternehmensplanungen dienen der Ermittlung der Eckwerte der Ressourcen und einer Abschätzung der Ergebnisse auf lange Sicht. Die Planungen beruhen auf Produkt- und Markteinschätzungen und werden in der Regel einmal jährlich den Erkenntnissen der Marktanalysen angepasst. Eckwerte dienen der Vorbereitung mittelfristiger Geschäftspläne und nach deren Genehmigung der kurzfristigen Budgetplanung. Eine Produktionsstrategie bedarf einer Synchronisation mit anderen bereichsbezogenen Planungen wie beispielsweise der Planung der Entwicklung neuer Produkte, des Vertriebs und des Marketing. Die Produktion kann mit ihren Strategien zur Absicherung des Markterfolges und der Wettbewerbsfähigkeit beitragen und Unternehmensstrategien mit ihren Innovationen und ihrer Kompetenz befruchten.

Abb. 6.24 stellt die Produktionsstrategie im Rahmen einer Unternehmensplanung dar. Die Synchronisation der Maßnahmen über den Technologiekalender als dem zentralen

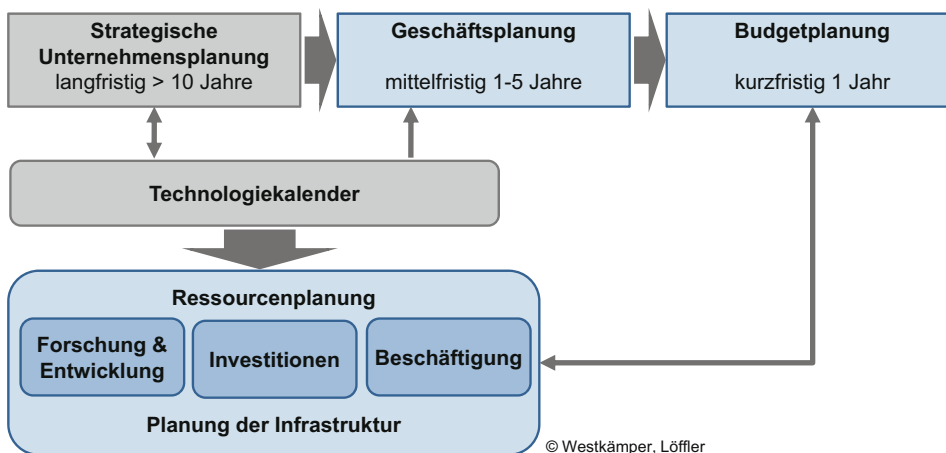


Abb. 6.24 Planung der Ressourcen für die Produktion