

1 Einleitung

Seit vielen Jahrzehnten wird nun schon an der Planung und Gestaltung der „idealen“ Fabrik geforscht. Die dabei entwickelten Planungsansätze stehen in einem engen Zusammenhang mit der gesellschaftlichen, wirtschaftlichen und technologischen Entwicklung. So war die Zunahme des internationalen Wettbewerbs in Kombination mit einer Rezession in den 1990er Jahren der Auslöser für die Verbreitung des Konzepts der Lean Production. Mit dem Ansatz wird das Ziel verfolgt, Fabriken so effizient und kundenfokussiert wie möglich zu gestalten. In den 2000er Jahren haben Finanz- und Wirtschaftskrisen für äußerst instabile Umfeldbedingungen gesorgt. In deren Folge trat die Wandlungsfähigkeit verstärkt in den Fokus der Fabrikplanung. Neueste Forschungsarbeiten gehen nun davon aus, dass Fabriken der gesellschaftlichen Entwicklung der Verstädterung folgen und wieder integraler Bestandteil der Städte werden [MORGENSTADT 2013]. Hieraus lassen sich insbesondere anspruchsvolle Vorgaben hinsichtlich der Schadstoff- und Geräuschemission einer Fabrik ableiten [WELT 2013]. Auch die Auswirkungen des Internets auf die industrielle Produktion sind unbestritten und Gegenstand großer Forschungsprojekte. So beschäftigt sich das Forschungsprogramm Industrie 4.0 mit der konsequenten Vernetzung der am Wertschöpfungsprozess beteiligten Objekte und Maschinen, mit dem Ziel, noch flexibler und schneller zu produzieren [INDUSTRIE 4.0 2013].

Die sich verändernden Umfeldbedingungen spiegeln sich in den Strukturen einer Fabrik wieder. Die Fabrikstruktur fasst die Elemente einer Fabrik, dazu gehören etwa Mitarbeiter, Anlagen und Flächen, zu Funktions- und Organisationseinheiten, zusammen und legt deren Beziehungen fest. Während einige Branchen, wie bspw. die Automobilindustrie, in der konsequenten Prozessorientierung derzeit ihre „optimale“ Strukturierungsform gefunden haben, gestaltet sich die Entwicklung von Fabrikstrukturen in anderen Branchen weitaus komplexer.

1.1 Problemstellung

Die Schwierigkeiten bei der Strukturplanung lassen sich besonders gut am Beispiel von Fabriken zeigen, deren Produkte und Prozesse nur begrenzt für eine Standardisierung geeignet sind. Darunter fällt neben dem Maschinen- und Anlagenbau auch die Prozess- und Pharmaindustrie. Fabriken dieser Branchen, im Folgenden soll von der variantenreichen Produktion gesprochen werden, weisen eine schier endlose Produktvielfalt auf, die sich im Gegensatz zur Automobilindustrie besonders stark auf Dauer, Ablauf und Abfolge der einzelnen Fertigungs- und Montageprozesse auswirkt. Durch die Standardisierung von Teilen und Baugruppen lassen sich die Auswirkungen zwar reduzieren, jedoch nicht vollständig beheben. Die Fabriken in den genannten

Branchen sehen sich zudem einem internationalen Konkurrenzkampf ausgesetzt, mit der Konsequenz, dass der Kostendruck stark zugenommen hat.

In der Folge erfreuen sich auch in der variantenreichen Produktion die Methoden und Prinzipien der Lean Production zunehmender Aufmerksamkeit. Die konsequente Umsetzung des Ansatzes gestaltet sich hier jedoch zumeist schwierig. Der Lean Ansatz zielt darauf ab, das Material zum Fließen zu bringen und Unterbrechungen im Materialfluss zu minimieren. Dazu werden Strukturen gefordert, bei denen Produkte mit ähnlichen Prozessabläufen und vergleichbaren Marktanforderungen innerhalb einer Struktureinheit hergestellt werden. Die Produktionsabläufe in der variantenreichen Produktion sind durch unterschiedlichste Ablauffolgen mit zahlreichen Abhängigkeiten gekennzeichnet, die ein komplexes Beziehungsgeflecht bilden. Gleiche Ablauffolgen treffen nur bei relativ wenigen Produkten zu. Eine weitere Problematik stellen häufig teure Spezialanlagen dar, für deren Auslastung entsprechende Produktionsmengen erforderlich sind. Dazu kommt, dass schlanke Produktionsstrukturen nur eine begrenzte Wandlungsfähigkeit aufweisen. So lassen sich die gut aufeinander abgestimmten Prozesse nur unter erheblichem Aufwand an sich schnell verändernde Umfeldbedingungen anpassen. Aus den genannten Gründen ist in der variantenreichen Produktion noch immer die klassisch funktionale Fabrikstruktur sehr weit verbreitet, bei der die Struktureinheiten das Know-How für bestimmte Produktionsaufgaben bündeln. Auf diese Weise wird ein hohes Maß an Flexibilität gewährleistet.

Der Verdacht liegt nahe, dass eine moderne Fabrikstruktur in der variantenreichen Produktion eine geschickte Kombination der genannten Strukturierungsformen mit tendenziell kleineren Struktureinheiten darstellt. Der bestehende Strukturplanungsansatz, der die Bildung von Struktureinheiten anhand von übergeordneten Kriterien (bspw. Produktionsablauf, Nachfragemenge, Kundenspezifikation, etc.) vorsieht [VDI 2011, S. 13; WILDEMANN 2007, S. 64], erscheint in Anbetracht der Komplexität der Planungsaufgabe allerdings wenig geeignet. Dieser impliziert eine frühzeitige Festlegung auf eine mögliche Fabrikstruktur, die im Anschluss ausgeplant und dabei verifiziert wird. Auf diese Weise lassen sich die individuellen Anforderungen der einzelnen Produkte und Märkte sowie die speziellen Gegebenheiten der Produktionsprozesse nur bedingt berücksichtigen.

In der variantenreichen Produktion bedarf es vielmehr eines strukturierten Vorgehens, das die systematische und zielgerichtete Entwicklung einer Fabrikstruktur ausgehend von den Produkt- und Marktanforderungen ermöglicht. Die Fabrikstruktur müsste hierzu anhand ihrer Elemente und deren Beziehungen zueinander - quasi von innen heraus - gestaltet werden. Anhand der Elementarisierung der Strukturplanung wäre es darüber hinaus möglich, die Auswirkungen der beständigen Veränderungen kontinuierlich zu überprüfen und gegebenenfalls Anpassungen der Fabrikstruktur vorzunehmen. Diverse Autoren sprechen dabei von einem permanenten

Planungsprozess [KUHN 1992, S. 109 ff.; WESTKÄMPER 1999, S. 134; PAWELLEK 2008, S. 17]. Dieser ermöglicht es Unternehmen, sich schnell an wandelnde Umfeldbedingungen anzupassen.

1.2 Zielsetzung und Aufbau der Arbeit

Mit dieser Arbeit wird das Ziel verfolgt, die wesentlichen Elemente einer Fabrikstruktur zu identifizieren und in ein integratives Strukturmodell der Fabrik zu überführen. Auf diese Weise soll das komplexe Beziehungsgeflecht von Fabrikstrukturen transparent und bewertbar gemacht werden. Darauf aufbauend ist ein Vorgehen zu entwickeln, das systematisch Defizite einer Fabrikstruktur aufzeigt und deren zielorientierte Gestaltung ermöglicht. Dabei rückt die Gestaltung der Elemente in den Betrachtungsfokus. Strukturen sollen in diesem Sinne das Ergebnis der Konfiguration ihrer Elemente darstellen. Die hierfür notwendigen Regeln und Prinzipien sind im Rahmen dieser Arbeit zu ermitteln. Strukturmodell und Vorgehensmodell bilden die Grundlage für die Etablierung einer permanenten Entwicklung von Fabrikstrukturen.

Für die damit verbundene Neuausrichtung der Strukturplanung sind in Kapitel 2 die Grundlagen zu erarbeiten. Hierzu wird zunächst die klassische Strukturplanung in den Kontext der „aktuellen“ Fabrikplanung eingeordnet. Anschließend werden zwei existierende Lösungsansätze der Fabrikplanung ausführlich vorgestellt: Die Lean Production und die Wandlungsfähigkeit. Den Kern des Kapitels stellt die Schaffung eines neuen Strukturverständnisses dar. Das Kapitel schließt mit der Vorstellung von Verfahren zur Bewertung von Fabrikstrukturen ab.

Das dritte Kapitel betrachtet vor dem Hintergrund eines neuen Strukturmodells bestehende Modellierungsansätze im Bereich der Fabrikplanung. Mit dem Wertstrom und dem Dortmunder Prozessketteninstrumentarium werden zwei bekannte Methoden zur Modellierung von Produktions- und Logistikprozessen näher erläutert und gegenübergestellt. Darauf aufbauend werden Möglichkeiten zu deren Weiterentwicklung diskutiert. Damit wird das Ziel verfolgt, die für die Abbildung von Fabrikstrukturen relevanten Modelleigenschaften zu identifizieren.

Das vierte Kapitel stellt den Lösungsansatz dieser Arbeit vor. Dazu sollen zunächst die Grenzen bestehender Fabrikstrukturen und den zugrunde liegenden Strukturplanungsvorgehen in der variantenreichen Produktion aufgezeigt werden. Aufbauend auf diesen Erkenntnissen wird der Grundgedanke der Strukturplanung auf Basis der Elemente erläutert und hinsichtlich seiner Auswirkungen auf den Planungsprozess untersucht. Abschließend werden Zielsetzungen und Anforderungen an Struktur- und Vorgehensmodell formuliert.

Das Strukturmodell der Fabrik wird in Kapitel 5 beschrieben. Dabei gilt es zunächst, Gegenstand und Methodik der Modellierung zu erläutern. Dem schließt sich die

detaillierte Beschreibung der einzelnen Strukturelemente anhand der wichtigsten Parameter an. Die Parameter werden anschließend zu aussagekräftigen Kennzahlen verdichtet, die die Grundlage für einen neuen Ansatz zur Analyse und Bewertung von Fabrikstrukturen darstellen. Das Strukturmodell bildet den theoretischen Unterbau dieser Arbeit.

Kapitel 6 stellt schließlich das Vorgehensmodell zur Entwicklung von Fabrikstrukturen auf Basis des Strukturmodells vor. Dabei werden die Inhalte und Methoden der einzelnen Planungsphasen beschrieben. Kern des Kapitels bildet ein Zielsystem, das der Strukturentwicklung ihre Richtung vorgibt und darüber hinaus den Bewertungsmaßstab für die entwickelten Strukturvarianten darstellt. Hierzu wird gezeigt, wie das Zielsystem aus den produktspezifischen Markt- und Unternehmensanforderungen ermittelt wird und welche Optionen dem Fabrikplaner bei der Gestaltung der Fabrikelemente zur Verfügung stehen, um die jeweiligen Zielsetzungen zu erreichen.

In Kapitel 7 wird die zuvor erarbeitete Vorgehensweise anhand eines Praxisbeispiels aus der Pharmaindustrie überprüft und veranschaulicht. Die Arbeit schließt mit einer Zusammenfassung und einem Ausblick auf mögliche weitere Aufgaben bei der Entwicklung von Fabrikstrukturen ab. **Abbildung 1-1** fasst das Vorgehen der Arbeit noch einmal zusammen.

		<p>Kapitel 1: Einleitung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Erläuterung der Problemstellung ▪ Beschreibung von Zielsetzung und Vorgehensweise
I. Grundlagen-Teil		<p>Kapitel 2: Grundlagen der Fabrikstrukturplanung</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Einordnung der Strukturplanung in die Fabrikplanung ▪ Erläuterung wichtiger Trends in der Fabrikplanung ▪ Vorstellung relevanter Vorgehensweisen und Methoden <p>Kapitel 3: Modellierung von Fabrikstrukturen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Vorstellung und Gegenüberstellung von Modelle zur Abbildung von Fabrikstrukturen oder von Teilbereichen
II. Forschungsbedarf / Lösungshypothese		<p>Kapitel 4: Strukturplanung auf Basis der Elemente</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ableitung des Lösungsansatzes aus den Grenzen bestehender Strukturierungsansätze ▪ Formulierung der Anforderungen und Ziele
III. Lösungsteil		<p>Kapitel 5: Das Strukturmodell der Fabrik</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Beschreibung des Modells zur Abbildung von Fabrikstrukturen ▪ Definition wichtiger Kennzahlen für die Analyse und Bewertung von Fabrikstrukturen <p>Kapitel 6: Vorgehensmodell zur agilen Entwicklung von Fabrikstrukturen</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Detaillierte Beschreibung der Planungsphasen ▪ Vorstellung der jeweiligen Methoden und Verfahren
IV. Anwendungsteil		<p>Kapitel 7: Anwendungsbeispiel</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Veranschaulichung des Vorgehens an einem Praxisbeispiel aus der Pharmaindustrie
		<p>Kapitel 8: Zusammenfassung und Ausblick</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ Zusammenfassung der wichtigsten Aussagen dieser Arbeit ▪ Ausblick auf weitere Forschungsfragen im bearbeiteten Themenbereich

Abbildung 1-1: Aufbau der Arbeit