

Strukturbildung in der Produktion

Ein Beitrag von Rainer Kämpf

Thema des Monats Februar 2005

Bei der Wahl der Fertigungs- und Funktionssysteme soll in der Strukturplanungsphase bereits eine technisch-wirtschaftlich optimale Lösung angestrebt werden, ohne jedoch die technischen Einzelheiten und die detaillierten Kostenfaktoren zu kennen. Die Lösung dieses Problems erfordert eine intensive Zusammenarbeit des Strukturplaners mit dem Produktionssystemplaner, da zwischen der Auswahl der Produktionssysteme und der Anordnung der Produktionsmittel eine enge, gegenseitige Beziehung besteht. Für die Auswahl von Fertigungssystemen sind zwei grundsätzlich verschiedene Beschreibungsformen zu unterscheiden. Diese sind

die Fertigungsart und
die Fertigungsform

Die Fertigungsart wird charakterisiert durch die Häufigkeit der Leistungswiederholungen im Produktionsprozeß. Eine Differenzierung erfolgt anhand der Auflagenhöhe von Fertigungsaufträgen und der Wiederholhäufigkeit gleicher oder ähnlicher Fertigungsobjekte. Die Fertigungsart hat maßgebend Einfluß auf die Gestaltung des Produktionsprozesses. Bestimmt werden die Gestaltung des Fertigungsablaufs, der Vorbereitungsgrad der Fertigung sowie die Flexibilität und der Automatisierungsgrad der Fertigungsmittel.

Es lassen sich folgende Merkmalsausprägungen definieren:

Einmalfertigung

Die Produktion ist gekennzeichnet durch geringe Auflagestückzahlen und Einmalcharakter. Durch die Einmaligkeit herzustellender Erzeugnisse sind nur geringe Vorbereitungen in der Fertigung notwendig, technische Unterlagen damit auf ein Mindestmaß beschränkt.

Einzel- und Kleinserienfertigung

In dieser Fertigungsart werden geringe Stückzahlen mit einer geringen Wiederholhäufigkeit produziert. Aufgrund der Mehrfachfertigung von Teilen werden die technischen Unterlagen vollständig aufbereitet.

Serienfertigung

Im Fall der Serienfertigung werden große Auflagestückzahlen mit geringer bis großer Wiederholhäufigkeit hergestellt. Der hohe Anteil an Wiederholungen im Produktionsprozeß erfordert im Hinblick auf eine möglichst kostengünstige Produktion einen hohen Vorbereitungsaufwand. Im Bereich der Fertigung zeichnet sich ein hoher Spezialisierungs- und Automatisierungsgrad der Fertigungsmittel ab.

Massenfertigung

Die Massenfertigung kann als Extremfall der Serienfertigung angesehen werden. Die Auflagehöhe der Fertigungsaufträge ist sehr groß, die Wiederholhäufigkeit von gleichen bzw. fast gleichen Fertigungsobjekten ebenfalls. Der Fertigungsablauf ist über längere Zeiträume konstant. Durch den hohen Grad an Wiederholungen im Produktionsprozeß

ist eine optimale Vorbereitung notwendig. Die Fertigungsmittel sind ebenfalls hoch spezialisiert, wodurch die hohe Störepfindlichkeit von Massenfertigungen begründet werden kann.

Die Einteilung richtet sich primär nach dem mengenmäßigen Auftragsumfang und nach der Art des Auftragsdurchlaufs. Die zu wählende Fertigungsart ist somit hauptsächlich vom Produktionsprogramm, der Produktstruktur und dem Produktionsablauf abhängig. Besondere Bedeutung kommt der Kennzeichnung von Produktgruppen bzw. Teilefamilien zu, die auf die gleiche oder ähnliche Art und mit Hilfe der gleichen Produktionsmittel gefertigt werden können.

Stückzahl- charakter	Fertigungsart	Kennzeichen
Einzelfertigung	Einfachfertigung	> Erzeugnisse werden nur einmal hergestellt > Auftragsproduktion d.h. Fertigung nach Kundenwunsch > hoher Kosten- und Zeiteanteil entfällt auf Fertigungs
	Wiederholfertigung	> Erzeugnisse werden in größeren, unregelmäßigen Abständen hergestellt > bei Auftragswiederholung vermindertes Vorbereitungsaufwand
Mehrfachfertigung	Variantenfertigung	> ähnliche Erzeugnisse desselben Grundtyps > im allgemeinen gleicher Fertigungsablauf für alle Varianten
	Serienfertigung	> begrenzte Stückzahl > Bildung von Fertigungslosen > meist Auftragsproduktio
	Massenfertigung	> große Stückzahlen > häufige Prozesswiederholung > Fertigung für anonymen Ma

Abb. 1: Charakteristische Merkmale der Fertigungsarten

Die Fertigungsform kennzeichnet die räumliche Anordnung und die kapazitätsmäßige Abstimmung der Fertigungsmittel sowie deren Transportbeziehungen. Es können vier

Merkmalsausprägungen unterschieden werden:

Punktfertigung, Baustellenfertigung, Werkbankfertigung

Eine Punktfertigung liegt vor, wenn die benötigten Fertigungsmittel an einem ortsfesten Fertigungsobjekt zusammengefasst werden. Die Fertigungsmittel können sowohl ortsfest als auch ortsveränderlich sein. Die Baustellenfertigung wird üblicherweise bei Arbeitsgegenständen (Werkstücken) eingesetzt, die nicht oder nur schwer zu bewegen sind. Als Beispiel hierfür sind der Schiffsbau oder der Anlagenbau zu nennen. Unter der Werkbankfertigung versteht man ein System, bei dem das Werkstück beziehungsweise kleinere Aufträge an einem Arbeitsplatz komplett gefertigt werden. Die Werkbankfertigung ist demzufolge überwiegend im Handwerk anzutreffen, wohingegen in Industriebetrieben derartige Strukturen nur in Randbereichen auftreten, beispielsweise in der Betriebsschlosserei.

Werkstattfertigung

Das in der Klein- und Mittelserienfertigung am häufigsten anzutreffende Organisationsform ist die Werkstattfertigung oder auch das Verrichtungsprinzip. Beim Verrichtungsprinzip erfolgt die Anordnung der Betriebsmittel und der Einsatz der Arbeitskräfte in der Art, daß Maschinen und Arbeitsplätze mit gleichartigen Arbeitsverrichtungen zu organisatorischen Einheiten, wie Fräseerei, Dreherei usw., zusammengefaßt werden. Charakteristisch für die Werkstattfertigung ist ebenso das Fehlen fester Transportbeziehungen zwischen den Fertigungsmitteln. Dadurch kann eine hohe Elastizität und Anpassungsfähigkeit gegenüber den wechselnden Anforderungen des Produktionsprozesses garantiert werden. Diesen Vorteilen steht ein hoher Transportaufwand und mangelnde Übersicht des Fertigungsprozesses gegenüber. Aufgrund fehlender kapazitätsmäßiger Abstimmungen der Fertigungsmittel entstehen Warteschlangen vor den Engpaßarbeitsplätzen.

Wird die Fließfertigung durch eine ergebnisorientierte Anordnung der Betriebsmittel bzw. Arbeitssysteme charakterisiert, so stellt das Verrichtungsprinzip eine verfahrensgebundene Ordnung dar.

Gruppen- / Linienfertigung,

Bei der Gruppenfertigung werden die zur Bearbeitung ähnlicher Fertigungsobjekte benötigten Fertigungsmittel räumlich zusammengestellt. Die Fertigungsmittel sind dabei vielfach mit flexiblen Transportmitteln verbunden. Bei einer Linienfertigung sind die Fertigungsmittel nach der Ablauffolge angeordnet und durch einfache Transporteinrichtungen verbunden. Sowohl die Gruppen- als auch die Linienfertigungen sind in der Regel gegenüber Änderungen der Fertigungsablauffolge flexibel.

Insel- / Zellenfertigung

Die Inselfertigung wird dadurch charakterisiert, daß bei diesem Prinzip die zur vollständigen Bearbeitung mehrerer Teilefamilien notwendigen Betriebsmittel unterschiedlichster Fertigungsverfahren zu einer organisatorischen Einheit zusammengefaßt werden. Das Tätigkeitsfeld der Mitarbeiter einer Fertigungsinsel wird um die Funktionen Fertigungsfeinplanung, -steuerung und -kontrolle erweitert. Dadurch unterliegt die Fertigungsinsel als Organisationseinheit weitestgehend der Selbststeuerung der dort beschäftigten Mitarbeiter. Der Vorteil dieses Organisationstyps besteht darin, daß durch den Verzicht auf eine strenge Arbeitsteilung innerhalb dieses Mikroorganismus kleine Regelkreise geschaffen werden. Dies führt zu einer Erhöhung der Flexibilität, Verbesserung der Transparenz und einer Verkürzung der Durchlaufzeiten. Nachteilig wirkt sich hingegen aus, daß in der Regel nur die sogenannten Führungsmaschinen ausgelastet sind. Von den Mitarbeitern erfordert dieser Organisationstyp eine höhere Qualifikation und ein höheres Maß an Flexibilität, hingegen ist mit der Erweiterung des Dispositionsspielraumes für den Einzelnen sowie mit der Übertragung von mehr Verantwortung eine Steigerung der Motivation zu erwarten.

Fließfertigung, Reihenfertigung

Das Fließprinzip wird dadurch charakterisiert, daß die einzelnen Arbeitsplätze / Maschinen entsprechend der Reihenfolge des Arbeitsablaufes zur Herstellung eines Produktes angeordnet sind. Die Fertigungsstruktur ist also objekt- / ergebnisorientiert ausgerichtet, weshalb gelegentlich auch der Begriff "Erzeugnisprinzip" Verwendung findet. Den Vorteilen der hohen Durchlaufgeschwindigkeit und Transparenz stehen die Nachteile einer fehlenden Flexibilität und hohen Störanfälligkeit gegenüber.

Dieses Organisationsprinzip setzt konstante Mindeststückzahlen voraus und wird somit ausschließlich in der Massenfertigung angewendet. Die enorme Senkung der Durchlaufzeiten durch eine direkte Verknüpfung und Abstimmung der einzelnen Arbeitsschritte, veranlaßte Henry Ford bereits 1913 das erste Fließband für die Montage von Personenwagen zu errichten, wodurch die Montagezeit für einen PKW von 14 Stunden auf 1 Stunde 33 Minuten reduziert werden konnte. Je nachdem, ob eine zeitliche Bindung zwischen den Arbeitsplätzen vorliegt oder nicht, unterscheidet man die Begriffe Reihenfertigung und Fließfertigung.

Bei der Reihenfertigung besteht keine unmittelbare zeitliche Abhängigkeit zwischen den einzelnen Operationen. Die optimale Kapazitätsnutzung der unterschiedlichen Betriebsmittel wird durch die Installation von Pufferstrecken realisiert.

Die Fließfertigung ist durch einen zeitlich gebundenen Arbeitsablauf gekennzeichnet. Der Durchlauf des zu fertigenden Produktes wird zeitlich so abgestimmt, daß zwischen den Arbeitsplätzen keine ablaufbedingten Wartezeiten entstehen.

Der Grundgedanke dieses Organisationsprinzips ist eng mit dem Begriff "Arbeitsteilung" verbunden. Darunter wird ganz allgemein die Aufteilung eines bestimmten Arbeitsumfanges auf mehrere Personen bzw. Arbeitssysteme verstanden, mit dem Ziel, durch die Spezialisierung der Einzelaufgaben eine Verbesserung des Wirkungsgrades einzelner Arbeitssysteme zu erreichen. Man unterscheidet in diesem Zusammenhang die folgenden grundsätzlichen Möglichkeiten:

- Mengenteilung
- Artteilung.

Bei der Mengenteilung wird ein Arbeitsauftrag derart aufgegliedert, daß von jeder Kapazitätseinheit der gesamte Arbeitsinhalt an einer Teilmenge des Arbeitsauftrages auszuführen ist. Die Artteilung hat zur Folge, daß mehrere Kapazitätseinheiten jeweils einen Teil des Arbeitsinhalts an der Gesamtmenge des Arbeitsauftrages auszuführen haben.

Merkmalsausprägung Kriterien	Baustellen- fertigung	Werkstatt- fertigung	Gruppen- / Linienfertigung	Fließfertigung
Räumliche Anordnung der Fertigungsmittel	Zusammenfassung von Fertigungsmitteln am ortsfesten Fertigungsobjekt	Vorrichtungbezogene Zusammenfassung	objektbezogene Zusammenfassung	
			weitgehend in Fertigungs- ablauffolge	in Fertigungsablauffolge
Kapazitätsmäßige Anordnung der Fertigungsmittel	nicht vorhanden		weitgehende Abstimmung	exakte Abstimmung
Transportbeziehungen zwischen den Fertigungsmitteln	nicht vorhanden	freie Transportbeziehungen	weitgehend feste Transportbeziehung	feste Transportbeziehung

Abb.2: : Charakteristische Merkmale der Fertigungsformen

In den meisten Betrieben mit Mehrproduktfertigung können bestimmte Fertigungsarten in verschiedenen Fertigungsformen organisiert sein. Demnach kann beispielsweise eine Serienfertigung zum einen als Werkstattfertigung, zum anderen aber auch als Gruppenfertigung durchgeführt werden. Eine endgültige Festlegung der günstigsten Fertigungsformen kann erst dann getroffen werden, wenn die genauen Arbeitsabläufe und die Anzahl der erforderlichen Fertigungseinrichtungen aus der Produktionssystemplanung bekannt sind. Erst dann kann ermittelt werden, welche verschiedenen Teile bei gemeinsamer Bearbeitung, z. B. in einer Gruppenfertigung, genügend Maschinenauslastung für eine wirtschaftliche Fertigung ergeben.

Bei der Wahl der Funktionssysteme werden während der Phase der Strukturplanung nur recht grobe Festlegungen getroffen. Dabei handelt es sich um die funktionelle Gestaltung und Dimensionierung der Sekundärbereiche wie Lager- und Transportwesen, Ver- und Entsorgungstechnik, Energie- und Wasserwirtschaft, Nebenbetriebe usw.

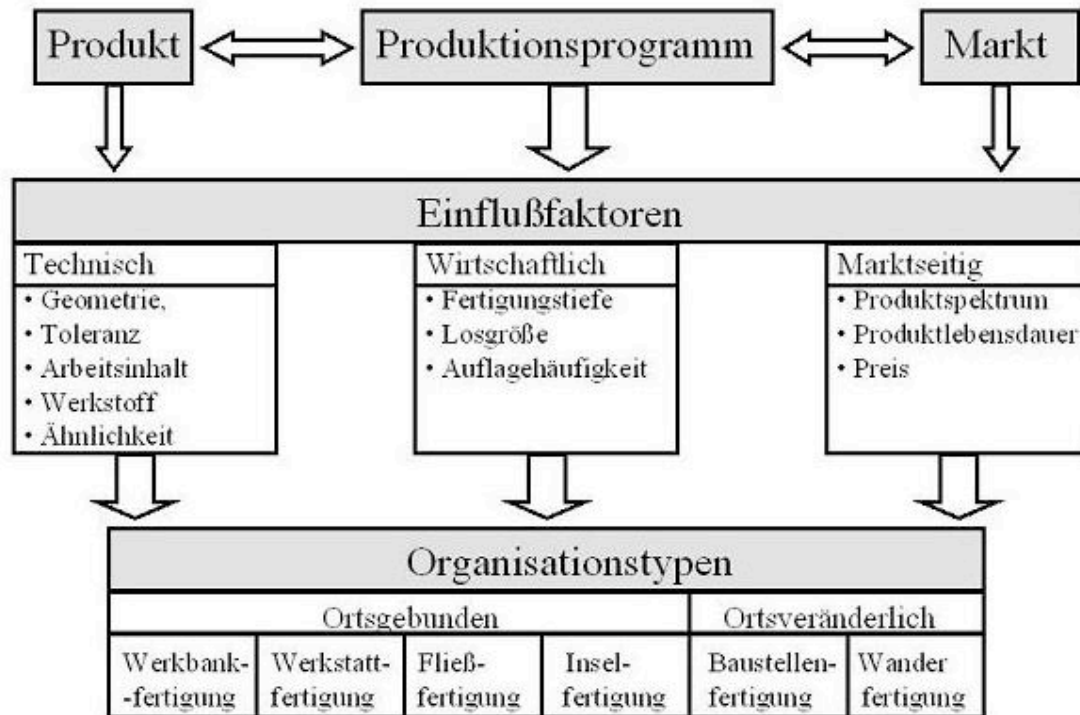


Abb. 3: Einflußgrößen auf die Produktionsorganisation

Stand: 27.10.2008