

2 Dynamik und Effizienz in der Produktionslogistik

In diesem Kapitel wird die Problemstellung der Arbeit definiert und beschrieben. Dazu werden zuerst die Aufgaben eines produzierenden Unternehmens vorgestellt, bevor insbesondere auf die Reihenfolgeplanung eingegangen wird. Anschließend werden die in dieser Arbeit betrachteten Organisationsformen vorgestellt und deren Komplexität beschrieben. Es folgt eine Betrachtung der Anforderungen an ein Steuerungsverfahren.

2.1 Aufgaben der Produktionsplanung und -steuerung

Den Kern eines jeden Industrieunternehmens stellt nach wie vor die Produktionsplanung und -steuerung dar (Schuh 2006) (Günther und Tempelmeier 2009) (Wiendahl 2010). Die wichtigsten Aufgaben, die eng damit verbunden sind, und die bei der Einbindung des Unternehmens in mehrere Lieferketten (engl. supply chains) durchgeführt werden müssen, führen Rohde et al. in der *Supply Chain Matrix* (siehe Abbildung 2) auf (Rohde et al. 2000), (Meyr et al. 2005). Die Aufgaben teilen sich in die vier Bereiche Beschaffung (engl. procurement), Produktion (engl. production), Distribution (engl. distribution) und Absatz (engl. sales) auf. Eine ähnliche Gliederung findet sich im SCOR-Modell 10 (Supply Chain Council 2012). Insbesondere die Bereiche Beschaffung und Absatz sind Schnittstellenfelder zu Zulieferern beziehungsweise Kunden. In den einzelnen Bereichen lassen sich die Aufgabenfelder weiter nach dem Zeithorizont gliedern.

In der langfristigen Planung wird die strategische Ausrichtung des Unternehmens bestimmt. Dazu gehört die Planung und Auswahl neuer Standorte, der Auf- beziehungsweise Abbau von Lager- und Produktionskapazitäten, die Auswahl der Beschaffungs- und Distributionskanäle, die Entscheidungen über die Fertigungstiefe sowie die Gestaltung von Partnerschaften (Rohde et al. 2000).

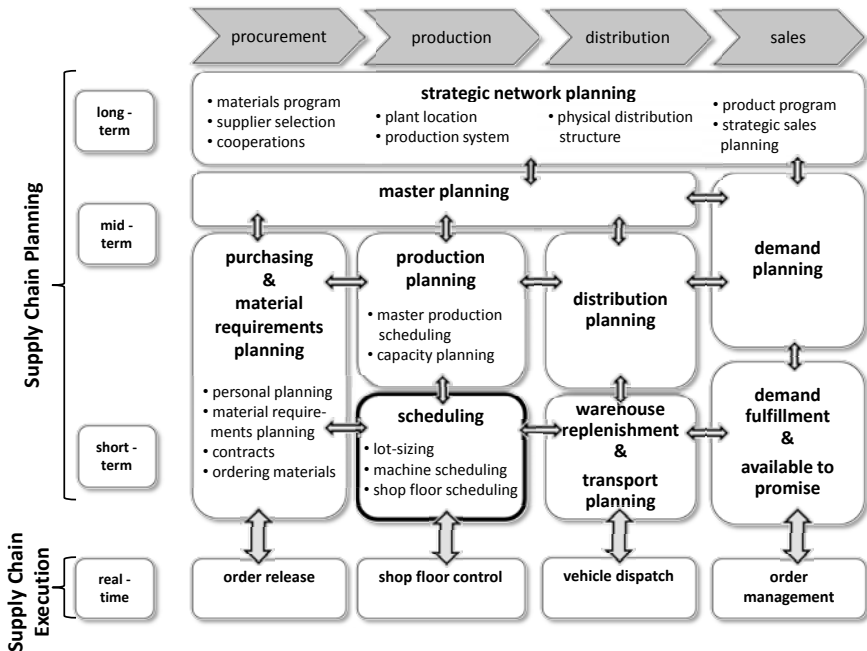


Abbildung 2: Supply Chain Matrix nach Rohde (Rohde et al. 2000), (Meyr et al. 2005)

Auf taktischer Ebene wird die mittelfristige Masterplanung (engl. master planning) durchgeführt. Basierend auf geschätzten Absatzzahlen und konkreten Kundenaufträgen, die bei der Bedarfsplanung (engl. demand planning) ermittelt worden sind, werden die Beschaffung, Produktion und Distribution sowie die damit verbundenen Informations-, Material

und Geldflüsse synchronisiert. Es wird ein Rahmen über den geplanten Personaleinsatz, die Produktions- und Transportmengen, geplante Lagerkapazitäten und Fremdbeschaffungsmengen vorgegeben.

In der kurzfristigen Planung werden diese Vorgaben in den verschiedenen Bereichen umgesetzt. Dazu wird regelmäßig eine konkrete Personalplanung durchgeführt, es wird nötiges Material beschafft und es findet eine Produktionsplanung (engl. production planning) und -steuerung (scheduling) statt. Weiterhin wird eine Lager- und Transportplanung veranlasst.

Von diesen kurzfristigen Planungsbereichen gibt es enge Schnittstellen zu der Ausführungsebene (engl. supply chain execution), wo es um die konkrete Durchführung der geplanten Aktionen geht. Dazu gehört das Abschicken von Bestellungen, die Führung, Lenkung und Steuerung der Produktion in Echtzeit sowie die Flottenkontrolle und das Bestellmanagement.

Im Aachener PPS-Modell (siehe Abbildung 3) stellt Schuh die Kern- und Querschnittsaufgaben eines Industrieunternehmens dar [Schuh, 2006], die sich im Modell von Rohde et al. unter Produktionsplanung und -steuerung wiederfinden (Rohde et al. 2006). Das Modell von Schuh betrachtet weniger die Einbindung in eine Lieferkette, als vielmehr die innerbetriebliche Sicht auf die Aufgabenbereiche und ihre Bedeutung. Auftrags- und Bestandsmanagement sowie Controlling werden als Querschnittsaufgaben angesehen. Die Produktionsprogrammplanung, Produktionsbedarfsplanung und die Fremdbezugsplanung und -steuerung sowie die Eigenfertigungsplanung und -steuerung gehören zu den Kernaufgaben; entsprechend wichtig sind sie für den Erfolg des Unternehmens. Aufgrund dieser Bedeutung liegt der Fokus dieser Arbeit daher auf der Eigenfertigungsplanung und -steuerung, insbesondere der Reihenfolgeplanung.

Dangelmaier definiert diese wie folgt: „Eine Fertigungsplanungs-Aufgabe ist die Aufgabe, für ein Fertigungssystem vorausschauend Plandaten über die qualitative, quantitative und zeitliche Gestaltung und Zuordnung der Elemente dieses Fertigungssystems, die in sich und mit

den Ausgangsdaten konsistent sind, für einen definierten, zielgerichteten Fertigungsprozess festzulegen.“ (Dangelmaier 2001)

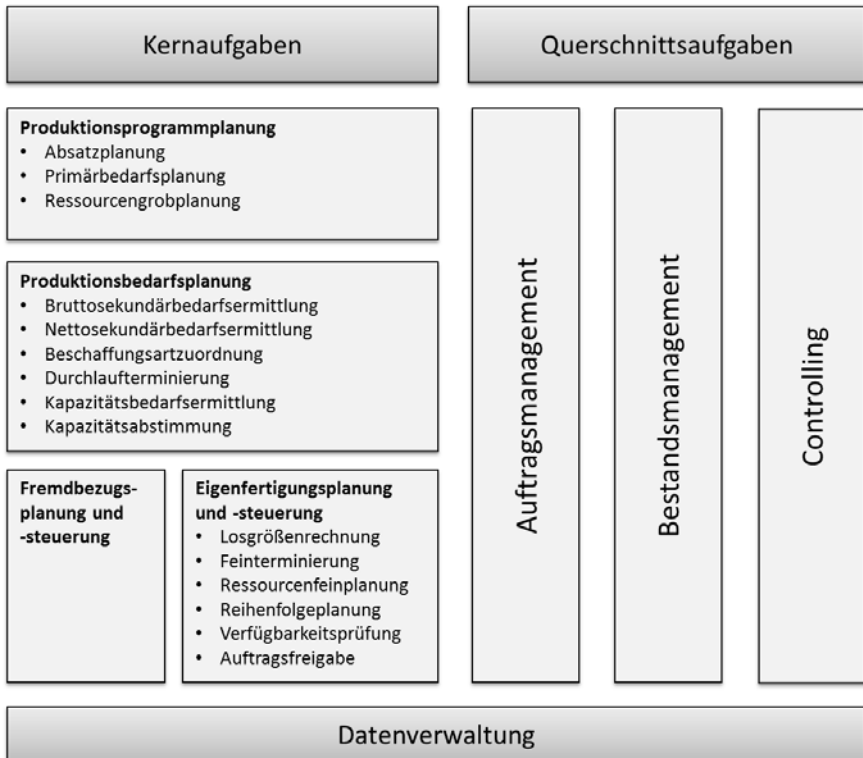


Abbildung 3: Aachener PPS-Modell nach Schuh (Schuh 2006)

Weiterhin hängt die Reihenfolgeplanung stark von der Organisationsform des Unternehmens ab, da unterschiedliche Organisationsformen verschiedene Entscheidungs- und Freiheitsgrade besitzen. Dies wirkt sich auf die Anforderungen und die Komplexität der Reihenfolgeplanung aus. Im Folgenden werden daher die in dieser Arbeit betrachteten Organisationsformen, ihre Komplexität und die verfolgten logistischen Zielkriterien genauer betrachtet. Von diesen Rahmenbedingungen hängen die möglichen Verfahren zur Reihenfolgeplanung ab.

2.1.1 *Betrachtete Organisationsformen*

Im Laufe der industriellen Entwicklung haben sich verschiedene Organisationsformen in der Fertigung herausgebildet, die durch die zunehmende Vielfalt und Stückzahl der Erzeugnisse und die unterschiedlichen Einflüsse der Unternehmen geprägt wurden. Die verschiedenen Einflussgrößen innerhalb eines Unternehmens lassen sich in vier Gruppen unterteilen (Wiendahl 2010):

- Einerseits ist dies die Ausrichtung dem Markt beziehungsweise den Kunden gegenüber. Dazu gehört das gute Erreichen der Zielkriterien Liefertreue und Lieferzeit, genauso wie der Preis, die Qualität oder die Flexibilität. Bei Veränderung des Marktes soll das produzierende Unternehmen schnellstens reagieren können.
- Eine weitere Einflussgröße, die aus den Gegebenheiten des Unternehmens selbst herrührt, ist die Personalstruktur. Die Qualifikation der Mitarbeiter spielt eine wichtige Rolle beim Einsatz verschiedener Technologien. Andererseits besteht der Druck, wirtschaftlich sowie flexibel fertigen zu müssen.
- Technologische Einflüsse hängen mit der konstruktiven Gestaltung der Einzelteile zusammen. Geometrische Formen, Abmessungen und Toleranzen sowie der verwendete Werkstoff bestimmen die Randbedingungen für das Unternehmen.
- Die Einflüsse aus der Marktausrichtung und der Technologie führen zusammen zu den wirtschaftlichen Einflussgrößen, deren wichtigste die Losgröße ist. Diese Anzahl an gleichen Erzeugnissen hat einen großen Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit, da die Auslastung und Einrichtungszeiten der Maschinen davon abhängen, sowie die Kosten für die Lagerhaltung und das gebundene Kapital. Hinzu kommt die Frage nach der Fertigungstiefe. Es kann sinnvoller sein, bis auf Normteile, die Produkte selbst zu fertigen. Andererseits kann eine Konzentration auf die Kernkompetenzen sinnvoll sein und unrentable Tätigkeiten fremd zu vergeben. Ebenfalls Einfluss auf die Organisationsform hat der Wiederholcharakter einer Fertigung. Einzel-

oder Mehrfachfertigung führen zu unterschiedlichen Anforderungen an das Produktionssystem.

Werkstattfertigung

Die Werkstattfertigung ist eine ortsveränderliche Fertigung, bei der die wesentlichen Betriebsmittel ortsfest sind und die Arbeitsplätze nach den Bearbeitungsverfahren („Verrichtungsprinzip“) zu Organisationseinheiten („Werkstätten“) angeordnet sind. Die Abfolge der einzelnen Organisationseinheiten im Leistungsprozess ist erzeugnisspezifisch. (Dangelmaier 2001)

Die Werkstattfertigung ermöglicht die flexible Anpassung an unterschiedliche Werkstücke und deren unterschiedliche Bearbeitungsfolgen (Wiendahl, 2010). Nachteilig ist hingegen, dass der Materialfluss stark vernetzt ist, da die Aufträge ihren technologisch bedingten Reihenfolgen nach zu den einzelnen Werkstätten hin transportiert werden müssen. Daher gelingt es in der Regel nicht, Arbeits- und Transportvorgänge der einzelnen Aufträge exakt aufeinander abzustimmen und somit Wartezeiten auf Bearbeitung oder Weitertransport zu vermeiden. Um die genannten Probleme zu reduzieren, sind aufwendige Planungs- und Steuerungsmaßnahmen erforderlich (Günther und Tempelmeier 2005).

2.1.1.1 Fließfertigung

Die Fließfertigung ist eine ortsveränderliche Fertigung, bei der die wesentlichen ortsfesten Betriebsmittel nach Objektgesichtspunkten zu Organisationseinheiten zusammengefasst und platziert werden. So entsteht eine Fertigungslinie mit Stationen, die die einzelnen Arbeitsplätze darstellen. Die Abfolge im Leistungsprozess der einzelnen Organisationseinheiten ist erzeugnisspezifisch. Innerhalb der Organisationseinheiten gilt eine feste Sequenz mit in der Regel einheitlicher Taktzeit. (Dangelmaier 2001)

Grundsätzlich ist die Durchlaufzeit bei der Fließfertigung sehr kurz, da der Weitertransport nach einer Bearbeitungsoperation direkt zur nächsten Arbeitsstation erfolgen kann und nicht auf die Fertigstellung weiterer Teile gewartet werden muss. Da die einzelnen Arbeitsstationen eng miteinander verkettet sind, werden in der Regel Puffer zwischen Arbeitsstationen eingefügt, sodass kleinere Störungen an einzelnen Stationen nicht die gesamte Anlage beeinträchtigen. Es ist zu beachten, dass eine enge Abstimmung der Kapazitäten von den Arbeitssystemen erforderlich ist.

Nachteile der Fließfertigung bestehen einerseits darin, dass nicht alle Stationen gleich ausgelastet sind. Andererseits lassen sich bei technischen Änderungen Stationen nur mit großem Aufwand umrüsten, da sie auf ein bestimmtes Werkstück eingerichtet sind. Wirtschaftlich betrachtet kann sich die Fließfertigung als nachteilhaft erweisen, wenn sich durch fehlende Nachfrage des vorgesehenen Erzeugnisses keine wirtschaftliche Auslastung der Betriebseinrichtungen ermöglichen lässt (Wiendahl 2010).

2.1.1.2 Flexible Fließfertigung

Die flexible Fließfertigung ist eine mehrstufige ortsveränderliche Fertigung. Sie setzt sich aus einem Bearbeitungs-, Transport-, Handhabungs- und Lagersystem zusammen. Im Gegensatz zur starren Fließfertigung ist durch die Kombination von Außen- und Innenverkettung ein Überspringen einzelner Bearbeitungsstationen beziehungsweise ein Materialfluss entgegengesetzt der Haupttransportrichtung möglich (Nebl 2011). Die Arbeitsstationen und Bearbeitungsmittel ergänzen sich, unterliegen allerdings keinem Taktzwang.

Die Ausgleichspuffer zwischen Arbeitsstationen sind notwendig, um kontinuierliches Arbeiten zu ermöglichen. Ihre Dimensionierung hängt von der Variantenvielfalt der zu fertigenden Produkte ab. Die flexible Fließfertigung besitzt im Gegensatz zur starren Fließfertigung eine höhere Flexibilität beispielsweise in Bezug auf die Produktvielfalt.

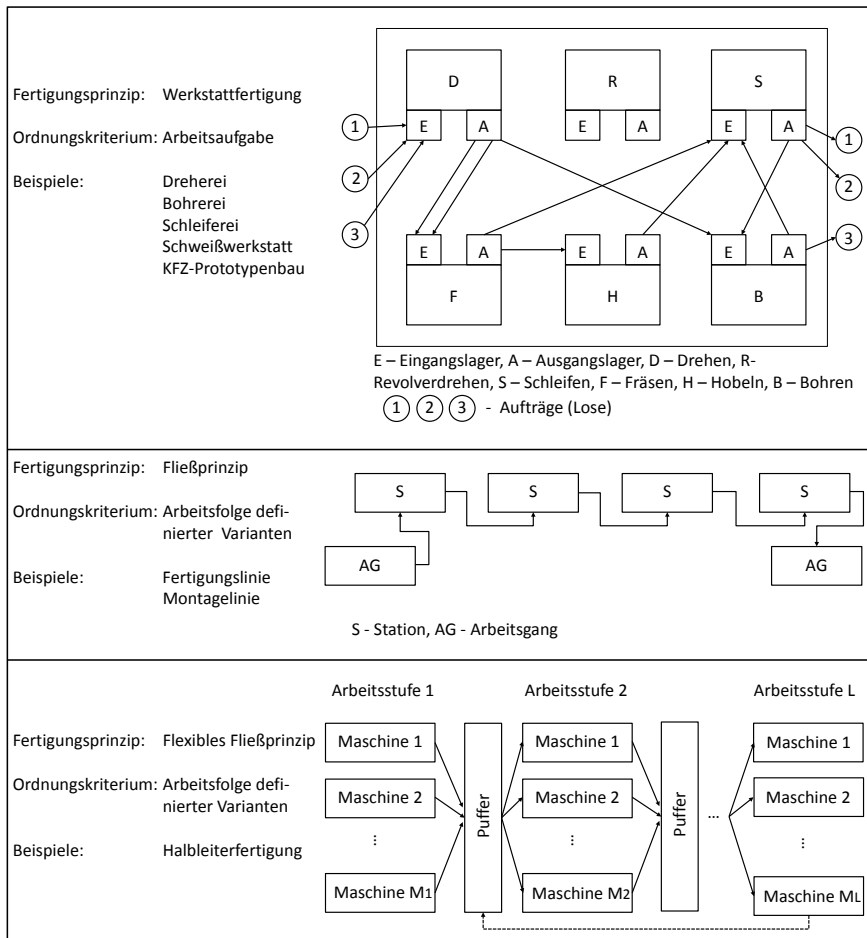


Abbildung 4: Organisationsformen der Fertigung mit Beispielen nach Wiendahl und Quadt (Wiendahl 2010), (Quadt und Kuhn 2005)

Die flexible Fließfertigung ist eine Organisationsform, die zu einer Vielzahl entstandener flexibler Fertigungssysteme gehört. Dabei handelt es sich nicht um konkrete Maschinen- und Einrichtungskonfigurationen, sondern um ein generelles Konzept. Dieses ermöglicht die automatische, ungetaktete, richtungsfreie und damit hochflexible Fertigung einer defi-

nierten Gruppe ähnlicher Teile, die auf die automatisierten Werkstück- und Informationsflüsse angewiesen ist. (Wiendahl 2010)

Mit der flexiblen Fließfertigung wird angestrebt, die Effizienz und Transparenz der (starrten) Fließfertigung mit der Reaktionsfähigkeit und Flexibilität der Werkstattfertigung zu vereinen. Eine wichtige Charakteristik für die Steuerung der flexiblen Fließfertigung ist, dass in der Regel nur wenige der überhaupt infrage kommenden Produktionswege (engl. routes) zur guten Erreichung der Zielkriterien führen. Das Finden von alternativen Produktionswegen im Falle von Störungen oder Ausfällen ist eine große Herausforderung. (Brückner 2000)

In Abbildung 4 sind die drei vorgestellten Organisationsformen mit Beispielen dargestellt.

Halbleiterfertigung als Beispiel

Die Organisationsform der Halbleiterfertigung wird in der Regel als sehr komplexe Werkstattfertigung bezeichnet, da die Maschinen nach dem Verrichtungsprinzip organisiert sind und sich der Materialfluss, der verschiedenen Produkte unterscheidet (Mönch et al. 2011). Da sich die Produktionsschritte der meisten Produkte ähneln und sich damit häufig die gleichen Produktionswege ergeben, wird die Halbleiterfertigung auch als flexible Fließfertigung bezeichnet (Quadt und Kuhn 2005).

Nach Horn gilt die Halbleiterindustrie als einer der Hauptmotoren der technologischen Entwicklung. Aufgrund des herrschenden Kostendrucks wird kontinuierlich versucht, die Kosten zu senken und dennoch die hohe geforderte Qualität und Zuverlässigkeit der Produkte zu erreichen. Dazu stehen Verbesserungen im Fertigungsprozess an, wie zum Beispiel die Vergrößerung des Ausgangsmaterials von 300 mm auf 450 mm Waferdurchmesser. Weiterhin führen neue Packungsformen von Bauelementen, Miniaturisierung und Verringerung der Anschlussmaße sowie Innovationen im Prozessablauf zu immer höherer Komplexität. Es kommt erschwerend hinzu, dass gleichzeitig Produkte aus verschiedenen Lebenszyklusphasen nebeneinander produziert werden, für die zum Teil

unterschiedliche Zielanforderungen bei einzelnen Vorgängen vorliegen. Diese genannten Entwicklungen führen zu steigenden Anforderungen an die Ablaufsteuerung. (Horn 2008)

In Abbildung 5 ist der schematische Prozessablauf der Herstellung elektronischer Baugruppen dargestellt, der nachfolgend beschrieben wird.

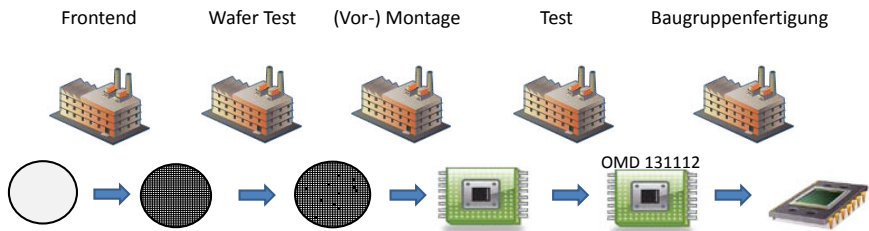


Abbildung 5: Schematischer Prozessablauf der Herstellung elektronischer Baugruppen (vgl. (Klemmt 2012), (Potoradi et al. 2002) und (Horn 2008))

Es werden im Frontend Prozess die Elemente mikroelektronischer Schaltungen erzeugt. Dazu wird der Wafer dotiert und es werden gezielt funktionale Materialschichten aufgebracht. Die Schaltungen mit Transistoren, Kondensatoren und Widerständen entstehen dabei durch die Abfolge der übereinander angeordneten Einzelschichten (zum Beispiel Isolierschichten, Leiterbahnen, Schichten mit bestimmter Leitfähigkeit usw.). Durch die hohe und immer weiter fortschreitende Miniaturisierung dieser Bauelemente entstehen hohe Anforderungen sowohl an den Herstellungsprozess wie auch an die Produktionsumgebung. (Klemmt 2012)

Im Anschluss an die aufwendige Bearbeitung im Frontend Prozess folgt der Wafer Test. Dort werden Untersuchungen der noch nicht zersägten Wafer durchgeführt, bei der die elektronischen Schaltungen überprüft werden. Widerstände Kapazitäten und Leckströme werden gemessen und erste Funktionstests der Schaltungen werden durchgeführt. (Mönch 2011)

Dynamische Regelselektion in der Reihenfolgeplanung
Prognose von Steuerungsparametern mit Gaußschen
Prozessen

Heger, J.

2014, XX, 167 S. 34 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-07981-9