

IWW –Studienprogramm

Grundlagenstudium

Modul 7

Produktion und Beschaffung

von

Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. Günter Fandel

I. Gliederung

Gesamtüberblick	II
Inhaltsverzeichnis	III
Abbildungsverzeichnis	IV
Tabellenverzeichnis	V
Der Autor des Kurses	VI
Lehrziele	VII
Literaturempfehlung	VIII
Hinweis	IX
1 Einführung in die Produktion	1
1.1 Zum Begriff der Produktion.....	1
1.2 Prinzipien und Ziele wirtschaftlichen Handelns.....	2
1.3 Produktions- und Kostentheorie als Fundament der Produktionsplanung.....	3
1.3.1 Aufgaben der Produktionstheorie.....	5
1.3.2 Aufgaben der Kostentheorie.....	6
1.4 Aufgabenbereiche der Produktionsplanung.....	7
1.5 Produktionsplanungs- und -steuerungssysteme.....	9
1.5.1 Planung des Produktionsprogramms.....	13
1.5.2 Wahl des Produktionsverfahrens.....	17
1.5.3 Gestaltung des Produktionspotenzials.....	21
1.5.4 Planung des Produktionsprozesses.....	21
2 Die Integration der Materialwirtschaft in die Produktion	27
2.1 Der Zusammenhang zwischen Materialwirtschaft und Produktion.....	27
2.2 Ziele und Funktionen der Materialwirtschaft.....	28
2.2.1 Ziele der Materialwirtschaft.....	28
2.2.2 Funktionen der Materialwirtschaft.....	29
2.2.2.1 Materialbedarfsermittlung.....	30
2.2.2.2 Materialbeschaffung.....	37
2.2.2.3 Lagerhaltung.....	40
2.3 Bestandscontrolling als Hilfestellung in der Materialwirtschaft.....	45
2.4 Bestellmengenplanung.....	49
3 Lösungen zu den Übungsaufgaben	55

II. Lehrziele

Nach Durcharbeiten dieser Kurseinheit sollten Sie in der Lage sein

- zu erklären, aus welchen ökonomischen Zusammenhängen heraus sich die Notwendigkeit produktionswirtschaftlicher Untersuchungen stellt,
- die Rahmenbedingungen produktionswirtschaftlicher Untersuchungen zu beschreiben,
- das Anliegen der Produktions- und Kostentheorie zu erläutern,
- die Teilaufgaben der Produktionsplanung und ihre Interdependenzen darzustellen, insbesondere
- das Problem der Produktionsprogrammplanung beschreiben und seine Strukturelemente skizzieren zu können,
- die Aufgabe der Verfahrenswahl formulieren und Spezialprobleme aufzeigen zu können,
- die Teilfunktionen der Produktionspotenzialgestaltung darzulegen und
- Einzelprobleme der Produktionsprozessplanung nennen und erklären zu können,
- die Simultan- von der Sukzessivplanung abzugrenzen,
- den Aufbau und Inhalt von Produktionsplanungs- und steuerungssystemen zu erläutern,
- den Zusammenhang zwischen material- und produktionswirtschaftlichen Aspekten darzustellen und
- die Ziele, Funktionen und Methoden der Materialwirtschaft zu formulieren, gegeneinander abzugrenzen und zu erläutern; dabei sollen Sie in erster Linie
- die Struktur des materialwirtschaftlichen Optimierungsproblems aufzeigen,
- die verschiedenartigen methodischen Ansätze der Materialbedarfsplanung darstellen und erläutern,
- die Aktionsparameter der Materialbeschaffung nennen und die Bestimmung der optimalen Bestellmenge bzw. der optimalen Losgröße erklären,
- die Prinzipien der externen Materialbereitstellung veranschaulichen und schließlich
- die verschiedenen Teilfunktionen der Lagerhaltung und die Kriterien zur optimalen Gestaltung der Beschaffungs- und Lagerhaltungspolitik darlegen können.

III. Leseprobe

1.5.4 Planung des Produktionsprozesses

Mit der **Planung des Produktionsprozesses** wird schließlich der Problemkreis des Produktionsbereiches angesprochen, der sich auf die Durchführung der Güterherstellung bezieht. Darunter versteht man die Bestimmung der Abfolge von manuellen und maschinellen Arbeitsoperationen zur Herstellung der geplanten Güterarten und -mengen. Aus der zeitlichen und räumlichen Anordnung dieser Arbeitsoperationen erwächst eine Fülle von Teilaufgaben im Rahmen der Produktionsprozessplanung. Diese Aufgaben werden wesentlich durch die im Produktionsbereich eines industriellen Unternehmens jeweils anzutreffenden Produktions- und Organisationstypen der Fertigung bestimmt.

**Produktions-
prozessplanung**

Bei der in der Massenfertigung häufig vorzufindenden Fließfertigung steht das Problem der **Leistungsabstimmung** im Vordergrund. Gegenstand der Leistungsabstimmung ist es, die optimale Anzahl der Arbeitssysteme und die optimale Taktzeit, in der die Werkstücke von der einen zur nächsten Bearbeitungsstufe weitergegeben werden sollen, zu bestimmen. Weitere Teilaufgaben im Rahmen der Prozessplanung bei Fließfertigung sind die optimale Bestimmung von Arbeitsgrößen (z. B. Schnittgeschwindigkeit), die optimale Pufferbestimmung, die Ermittlung der Anzahl und der Größe der Gruppen sowie ihrer qualitativen und quantitativen Arbeitsinhalte. In der Werkstattfertigung, die vor allem bei Einzel- und Kleinserienfertigung vorzufinden ist, kennzeichnen die Planung der optimalen Fertigungsauftragsgrößen sowie die Reihenfolge- und Terminplanung die Aufgabenbereiche der Prozessplanung.

Leistungsabstimmung

Bei den Möglichkeiten eines Unternehmens, seine **Fertigungsauftragsgrößen** (Mengen verschiedener Güterarten, die gemeinsam ohne Umschaltung/Unterbrechung des Produktionsprozesses gefertigt werden) zu planen, muss man hinsichtlich der Absatzstruktur zwei Unternehmenstypen unterscheiden:

**Planung der Ferti-
gungsauftragsgrößen**

- **Kunden- oder auftragsorientierte Unternehmen** planen ihren Produktionsprozess und die Fertigungsauftragsgrößen erst, wenn die Kundenaufträge eingegangen sind, weil die Produkte hohe Lagerkosten verursachen oder gar nicht lagerfähig sind (z. B. bei Unternehmen des Schiff- oder Industrieanlagenbaus).
- **Markt- oder absatzorientierte Unternehmen** (z. B. in der Waschmittel- oder Konservenindustrie) können dagegen ihren Absatz planen und die Bestimmung der Stückzahlen zum Gegenstand ihrer Planung des Produktionsprozesses machen.

**Kunden- oder
auftragsorientierte
Unternehmen**

**Markt- oder
absatzorientierte
Unternehmen**

Fertigungsauftragsgrößen planen also marktorientierte Unternehmen, die lagerfähige Erzeugnisse herstellen und ihren Absatz vorzuschätzen vermögen. Sie stehen dann vor dem Problem, wie viele Einheiten einer bestimmten Güterart sie ohne Umschaltung oder Unterbrechung des Produktionsprozesses auf ihren Fertigungsanlagen hintereinander herstellen sollen. Diese Erzeugnismenge bezeichnet man als **Fertigungslos**. Das Unternehmen wird nun das Fertigungslos so wählen, dass die Kosten je Erzeugniseinheit möglichst gering sind (**optimale Losgröße**). Zu den üblichen Herstellungskosten des Loses können weitere Kosten hinzukommen, wenn auch noch andere Erzeugnisarten auf den Maschinen produzierbar sind und die Auflage des betrachteten Loses eine Unterbrechung des Produktionsprozesses mit Leistungs-

optimale Losgröße

abfall bedingt (Auflegungskosten) oder die Maschinen auf das neue Los umgestellt (Wechselkosten) werden müssen. Erfolgt die Produktion der Erzeugnismengen schneller als diese am Markt abgesetzt werden können, so müssen Teile des Loses bis zum Verkauf auf Lager genommen werden und verursachen so Lagerkosten. Die Zusammenfassung solcher Kostenkomponenten erfolgt bei der Ableitung der Bestimmungsformel für die optimale Losgröße, die dem Unternehmen die stückkostenminimale Fertigungsauftragsgröße anzeigt. Dies wird in Kapitel 2.4 diskutiert.

Reihenfolgeplanung

Müssen im Rahmen des Produktionsprozesses mehrere Produkte auf denselben Maschinen bearbeitet werden, so ist das Problem der **Reihenfolgeplanung** – auch Maschinenbelegungsplanung genannt – zu lösen. Für die zeitlich geordnete Bearbeitung von verschiedenen Aufträgen auf unterschiedlichen Maschinen soll diejenige Reihenfolge ermittelt werden, die einen möglichst kostengünstigen Ablauf des Produktionsprozesses gestattet. Je nach inhaltlicher Auslegung des Kostenkriteriums kann die Lösung des Problems unter drei verschiedenen Zielen angegangen werden. Will man die aufgrund der Wartezeiten an den Maschinen verursachten Kosten einer längeren Kapitalbindung für alle Erzeugniseinheiten möglichst klein halten, so wird man die Minimierung der Durchlaufzeiten der Materialien durch die einzelnen Fertigungsstationen des Erzeugungsbereichs anstreben. Sollen dagegen die Leerkosten (Stillstands- oder Wartezeitkosten) der Maschinen minimal sein, dann verlangt dies eine zeitliche Verteilung der Fertigungsauftragsgrößen auf die einzelnen Produktionsstellen, so dass die Auslastung der Betriebsmittelkapazitäten maximiert wird. Ziel ist in diesem Fall die Minimierung der Gesamtbelegungszeit. Beide Ziele lassen sich im Allgemeinen nicht gleich gut erfüllen, da kleinere Gesamtdurchlaufzeiten der Aufträge in der Regel höhere Leerzeiten und damit höhere Belegungszeiten der Maschinen hervorrufen. GUTENBERG nennt diesen Zielkonflikt das **Dilemma der Ablaufplanung**. Neben den beiden beschriebenen Zeitkriterien existiert als drittes Ziel die Minimierung der Zykluszeit. Die **Zykluszeit** umfasst die Zeitspanne vom Eintreffen des ersten Auftrags bis zur Erledigung der letzten Bearbeitung am gesamten Auftragsbestand.

Dilemma der Ablaufplanung Zykluszeit



S. 81

Liegen alle Aufträge zu Beginn der Planungsperiode vor, handelt es sich um ein statisches Reihenfolgeproblem, anderenfalls spricht man von einem dynamischen. Bezüglich der Maschinenfolgebeschränkung der einzelnen Aufträge lassen sich zwei Unterfälle unterscheiden. Die Maschinenfolge, d. h. die zeitliche Reihenfolge, in der ein Auftrag durch die einzelnen Maschinen bearbeitet werden muss, kann für alle Aufträge gleich sein oder je nach Auftrag variieren. Während bei **Fließfertigung (Flow-Shop)** eine für alle Aufträge identische Maschinenfolge vorliegt, treten bei **Werkstattfertigung (Job-Shop)** bei den einzelnen Aufträgen unterschiedliche Maschinenfolgen auf. Im letzteren Fall kann die Lösung der Reihenfolgeplanung mit erheblichen Schwierigkeiten verbunden sein, da bereits bei der Bearbeitung von 5 Aufträgen auf 3 Maschinen ohne Reihenfolgebeschränkung $(5!)^3 = 1.728.000$ Belegungsmöglichkeiten existieren, aus denen die Optimallösung auszuwählen ist. Zur Lösung des Reihenfolgeproblems sind eine Vielzahl von heuristischen und analytischen Verfahren entwickelt worden.

Fließfertigung (Flow-Shop) Werkstattfertigung (Job-Shop)

Verfahren von JOHNSON für Probleme mit zwei Maschinen

Im Folgenden wird die Lösung eines Reihenfolgeproblems bei Werkstattfertigung (Job-Shop-Problem) anhand des **Verfahrens von JOHNSON** illustriert. Dieses Verfahren minimiert die Zykluszeit bei Job-Shop-Problemen, in denen J Aufträge ($J \geq 2$) auf **zwei Maschinen** bearbeitet werden müssen. Die Abfolge, in der jeder Auftrag die Maschinen passieren muss, ist für jeden Auftrag identisch.

Das Verfahren von JOHNSON besteht aus der Abarbeitung der folgenden Schritte:

- Wähle den Auftrag mit der geringsten Bearbeitungszeit.

- Wird diese Bearbeitungszeit auf Maschine 1 benötigt, bearbeite den Auftrag so früh wie möglich.
- Wird diese Bearbeitungszeit auf Maschine 2 benötigt, bearbeite den Auftrag so spät wie möglich.
- Gibt es mehrere Aufträge mit identischer Bearbeitungszeit, wird ein beliebiger Auftrag aus dieser Menge gemäß der genannten Regeln eingeplant.
- Wähle den nächsten Auftrag und wiederhole die Vorgehensweise, bis für den gesamten Auftragsbestand die Bearbeitungsreihenfolge feststeht.

Beispiel:

Im vorliegenden Fall werden Karosserieteile gefertigt, indem zunächst Blechstücke ausgestanzt und anschließend lackiert werden. Die Bearbeitungszeiten der 5 Aufträge sind in Tabelle 1.4 dargestellt.

Auftrag	Stanzwerk	Lackiererei
A	4	1
B	2	5
C	7	3
D	8	6
E	6	10

Tabelle 1.4: Bearbeitungszeiten der Fertigungsaufträge A–E

Die geringste Bearbeitungszeit liegt mit einer Zeiteinheit für Auftrag A vor. Da sich dieser Wert auf die Lackiererei bezieht (Maschine 2), wird Auftrag A zuletzt bearbeitet.



Abbildung 1.6: Der erste Auftrag wird eingeplant

Die nächstgeringste Bearbeitungszeit liegt mit 2 Zeiteinheiten für Auftrag B im Stanzwerk (Maschine 1) vor, so dass dieser Auftrag frühestmöglich eingeplant wird.



Abbildung 1.7: Der zweite Auftrag wird eingeplant

Auftrag C weist mit 3 Zeiteinheiten in der Lackiererei (Maschine 2) die nächstgeringste Bearbeitungszeit auf, so dass er so spät wie möglich, d. h. genau vor dem bereits eingereichten Auftrag A, eingeplant wird.



Abbildung 1.8: Der dritte Auftrag wird eingeplant

Die nächstgeringste Bearbeitungszeit beläuft sich auf 6 Zeiteinheiten. Auftrag D benötigt diese Zeit in der Lackiererei, ebenso lange muss Auftrag E im Stanzwerk bearbeitet werden. Da beide Bearbeitungszeiten gleich groß sind, kann entweder Auftrag D oder Auftrag E eingeplant werden. Im Beispiel wird zunächst Auftrag E betrachtet. Da für Auftrag E die Bearbeitungszeit von 6 Zeiteinheiten im Stanzwerk anfällt, rückt er an die frühestmögliche Position, d. h. genau hinter den bereits eingeplanten Auftrag B.

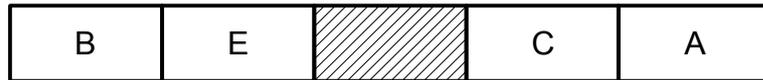


Abbildung 1.9: Der vierte Auftrag wird eingeplant

Der letzte einzuplanende Auftrag D wird also an dritter Stelle bearbeitet, so dass sich die in Abbildung 1.10 dargestellte Bearbeitungsreihenfolge ergibt.



Abbildung 1.10: Der letzte Auftrag wird eingeplant

Setzt man die ermittelte Bearbeitungsreihenfolge in ein GANTT-Diagramm um, ergibt sich eine Darstellung wie in Abb. 1.11.

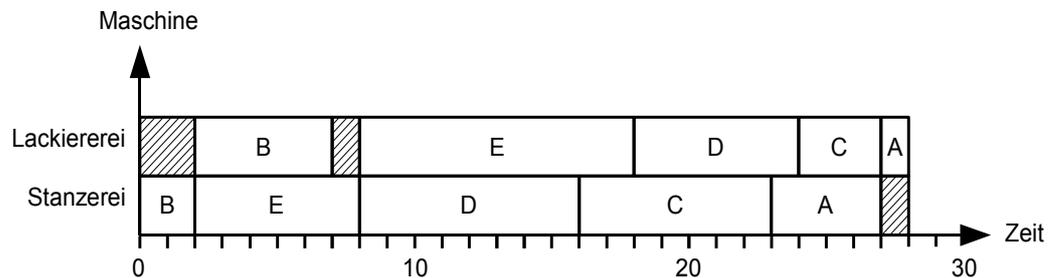


Abbildung 1.11: GANTT-Diagramm für die nach dem JOHNSON-Verfahren ermittelte Bearbeitungsreihenfolge

Auftrag B wird im Zeitpunkt 7 fertiggestellt, allerdings wird der parallel dazu laufende Auftrag E zu diesem Zeitpunkt noch immer in der Stanzerei bearbeitet, so dass sich eine Leerzeit von einer Zeiteinheit ergibt. Als Zykluszeit erhält man eine Zeitspanne von 28 Zeiteinheiten.

Um Job-Shop-Probleme mit mehr als zwei Maschinen mit dem Ziel einer minimalen Zykluszeit exakt lösen zu können, kann das Branch-and-Bound-Verfahren zum Einsatz kommen. Zur graphischen Illustration solcher Probleme sei an dieser Stelle auf die empfohlene Lernsoftware verwiesen. Die Behandlung ähnlich gelagerter Job-Shop-Probleme mit Hilfe einfacher Prioritätsregeln wird im Vertiefungskurs VIII („Produktionsmanagement“) eingehender behandelt.

Terminplanung

In der **Terminplanung** stellt sich die Aufgabe, für den Fertigungsablauf einen Zeitplan zu erstellen, der die Fertigstellung der einzelnen Produktionsaufträge in der vorgesehenen geringstmöglichen Zeit gewährleistet. Für diese Planung werden verschiedene Informationen benötigt. Zunächst einmal müssen die Zeitpunkte bekannt sein, zu denen die einzelnen Fertigungsaufträge erledigt sein sollen (Fertigstellungs- bzw. Anlieferungstermine). Nach Kenntnis dieser Beendigungszeitpunkte müssen dann die Zeitpunkte bestimmt werden, an denen mit der Fertigung der Aufträge an den verschiedenen Arbeitsplätzen begonnen werden muss (Anfangstermine). Dabei ist zu

beachten, dass der fertigungstechnische Ablauf für jeden der Aufträge in der zur Verfügung stehenden Zeitspanne zwischen Anfangs- und Fertigstellungstermin auch tatsächlich durchgeführt werden kann. Für die terminliche Planung der Auftragsgrößen müssen daher für die Fertigungsaufträge die auf den Maschinen vorzunehmenden Bearbeitungsoperationen und die damit verbundenen Bearbeitungszeiten bekannt sein. Diese Anforderungen müssen auf der Grundlage von Maschinenbelegungsplänen mit der Kapazität der Maschinen abgestimmt werden.

Ausgehend von den verlangten Fertigstellungszeitpunkten für die verschiedenen Aufträge trachtet die Terminplanung danach, unter Beachtung der auftragsbedingten produktionstechnischen Arbeitsabläufe die Anfangszeitpunkte für die Bearbeitung der Aufträge in der Weise optimal zurückzurechnen, dass die Auftragsdurchführungen in der ermittelten Zeitspanne erfolgen können und diese Zeitspanne möglichst klein geregelt wird.

Übungsaufgabe 9

- a) Systematisieren Sie die Teilprobleme bei der Planung des Produktionsprozesses.
- b) Was versteht man unter dem Dilemma der Ablaufplanung?

Lösung: siehe Seite 70

Übungsaufgabe 10

Ein Unternehmen produziert Nahrungsmittelkonserven. Die Konserven jedes Fertigungsauftrags müssen zuerst die Abfüllmaschine (M1), dann die Etikettiermaschine (M2) durchlaufen. Die Bearbeitungszeiten sind in Tabelle 1.5 dargestellt. Bestimmen Sie mit Hilfe des JOHNSON-Algorithmus die optimale Bearbeitungsreihenfolge der Aufträge und anschließend die minimale Zykluszeit.

Auftrag	Abfüllmaschine	Etikettiermaschine
A	4	9
B	7	8
C	12	6
D	2	1
E	10	11
F	5	3

Tabelle 1.5: Bearbeitungszeiten

Lösung: siehe Seite 71