

Fachhochschule Ludwigshafen am Rhein

Hochschule für Wirtschaft

Fachbereich III

Simulation

Optimierung der Fertigungssteuerung nach
Kostenzielen in der Festplattenproduktion

vorgelegt von:

Stefan Pussamsies, 613315

Anastasia Weisenburger, 613259

Betreuer:

Prof. Dr. Bongard

Bearbeitungszeit: 04.10.2011 bis 13.12.2011

Inhaltsverzeichnis:

1	Das Szenario	3
2	Charakteristika des Herstellungsprozesses.....	4
2.1	Betrachtungszeitraum	4
2.2	Produktionsablauf	4
2.3	Parameter der Fertigungssteuerung.....	5
2.4	Produktionsdaten	6
2.5	Kostenstruktur	7
3	Aufbau des Simulationsmodells	7
3.1	Der erwartungsorientierte Fertigungsabschnitt.....	7
3.1.1	Rohstofflieferung.....	7
3.1.2	Schichtplan	8
3.1.3	Rohstofflager und Puffer_1 bis Puffer_3.....	8
3.1.4	Einlastung_FBA bis Einlastung_MBD	8
3.1.5	Ausbringung_FBA bis Ausbringung_MBD	8
3.2	Der auftragsorientierte Fertigungsabschnitt	9
3.2.1	Bevorratungsebene und Bestand Endprodukte	9
3.2.2	Einlastung_MBE	9
3.2.3	Ausbringung_MBE.....	10
3.2.4	Nicht bearbeitete und nicht bediente Kundenaufträge	10
3.2.5	Zusatzeinlastung.....	10
3.2.6	Versand	10
3.2.7	Versendete Endprodukte	10
3.3	Kostenberechnungen im Modell	10
4	Das Simulationscockpit	11
4.1	Gültigkeitsüberwachung	12
4.2	Ergebnisgröße Herstellkosten	12
4.3	Nachverfolgung der Kosten, Bestände und Kapazitätsauslastung.....	12
5	Literatur	13

1 Das Szenario

Das vorliegende Simulationsszenario beschäftigt sich mit der Fertigungssteuerung eines Produktionsbereiches zur Herstellung von Festplattenspeichern. Als Grundlage für das Szenario und das erstellte Modell in Consideo wurde die Studie zum Thema Simulation in der Fertigungssteuerung von Dominic Friedrich herangezogen.

Die Produktion von Festplatten ist der Halbleiterindustrie zuzuordnen, die charakterisiert ist durch Anlagenintensität und ein sehr hohes Investitionsvolumen. Aus den technisch sehr aufwendigen und komplexen Herstellungsprozessen der Festplatten ergeben sich lange Durchlaufzeiten und hohe Ausschussraten in der Produktion. Die aktuellen Entwicklungen im Markt der Halbleiterindustrie sind geprägt von stärker werdendem Wettbewerbsdruck. Diese Situation fordert von den Unternehmen eine stärkere Berücksichtigung der Kundenwünsche nach immer kürzeren Lieferzeiten und hoher Termintreue. Werden die Lieferzeiten nicht eingehalten, kann das Produkt in der Regel nur noch mit massiven Preisnachlässen abgesetzt werden. Neben den Zielfaktoren Kosten und Qualität gewinnt also der Faktor Zeit immer mehr an Bedeutung. Daraus ergibt sich für die Produktion die Notwendigkeit der Auftragsorientierung, um die kostenintensive Lagerhaltung von Endprodukten zu vermeiden. Eine rein auftragsorientierte Produktion ist aber wegen der hohen Durchlaufzeit von etwa 8 Wochen gar nicht möglich, da diese die am Markt geforderte Lieferzeit von maximal 3 Wochen bei Weitem überschreitet. Deshalb erfolgt die vorliegende Modellproduktion durch eine auf Nachfrageprognosen gestützte Komponentenfertigung und einer auftragsbezogenen Endmontage.

Für die Fertigungssteuerung ergeben sich aus der beschriebenen Marktsituation Termin- und Mengentreue als primär einzuhaltende Ziele. Demgegenüber stehen allerdings die kostenintensiven Produktionsbedingungen. Hohe Anlageninvestitionen und Rohstoffeinsätze erfordern zusätzlich eine starke Kostenorientierung, um die Festplattenherstellung wirtschaftlich betreiben zu können. Das Ziel der Simulationsstudie soll es daher sein, vorliegende Kosteninformationen zum Produktionsprozess für die Entscheidungsfindung in der Fertigungssteuerung nutzbar zu machen.

Für die Durchführung der Studie am erstellen Simulationsmodell werden zwei verschiedene Nachfrageszenarien zu Grunde gelegt. Im ersten Schritt werden je Szenario alternative Steuerungsstrategien für die Modellproduktion entwickelt, die die Nachfrage mengen- und termintreu erfüllen. Im zweiten Schritt soll unter den identifizierten Alternativen die kostenoptimale Lösung ermittelt werden.

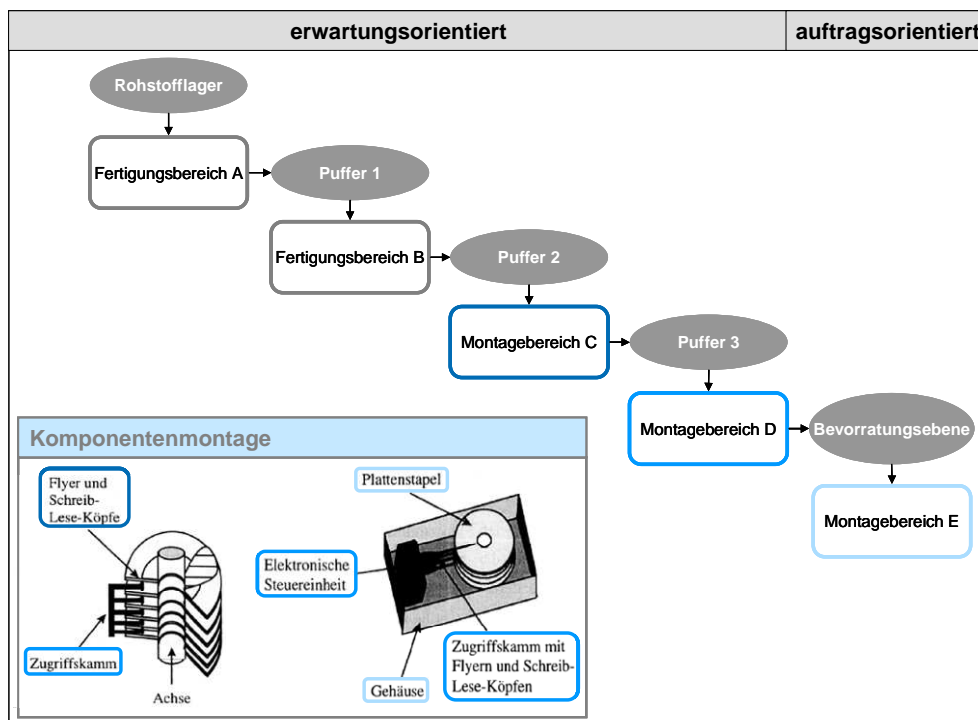
2 Charakteristika des Herstellungsprozesses

2.1 Betrachtungszeitraum

Der Betrachtungszeitraum eines Simulationslaufes beträgt ein Jahr. Vereinfachend wurden für das Modelljahr pro Monat vier volle Wochen berechnet, wodurch sich die Gesamtperiode von 336 Tagen ergibt.

2.2 Produktionsablauf

Der nach dem Fließprinzip organisierte Herstellungsprozess gliedert sich in zwei Fertigungsbereiche und drei Montagebereiche.



Die Rohmaterialien für die Fertigungsbereiche werden quartalsweise bestellt und im Rohstofflager eingelagert. Sowohl die Bestellmenge der Rohstoffe als

auch die Einlastungsmenge in den ersten Fertigungsbereich richtet sich nach der Nachfrageprognose für das jeweilige Quartal.

Im Fertigungsbereich A werden aus dem gekauften Rohmaterial die Halbleiterkomponenten für die Endprodukte, die sogenannten Wafer, hergestellt. Die Weitergabe der Zwischenprodukte an den nächsten Produktionsbereich erfolgt immer über ein Pufferlager. Der Fertigungsbereich B zersägt die Wafer in Rohköpfe, wobei aus einem Wafer durchschnittlich 6375 Rohköpfe entstehen. Diese werden dann weiterverarbeitet zu Schreib-Lese-Köpfen.

In den nachfolgenden Montagebereichen wird die zuvor selbst gefertigte Komponente mit anderen fremdbezogenen Teilen verbunden. Diese Zukaufteile sind immer in ausreichender Menge und Qualität verfügbar. Im Montagebereich C erfolgt die Montage der Flyer an die Schreib-Lese-Köpfe. Anschließend werden im Montagebereich D immer 16 Stück der zuvor entstandenen „Komponente 1“ auf einen Zugriffskamm aufgesetzt, der mit einer elektronischen Steuereinheit verbunden wird. Die so entstandene „Komponente 2“ wird in der Bevorratungsebene zwischengelagert. Damit ist der erwartungsorientierte Produktionsteil abgeschlossen.

Die Endmontage der Festplatte im Montagebereich E wird durch Eingang eines Kundenauftrages angestoßen. Sie erfolgt durch Zusammenbau der „Komponente 2“ mit dem Plattenstapel und dem anschließenden Einbau in das Gehäuse. Die fertigen Endprodukte werden innerhalb von 2 Tagen auftragsgemäß an den Kunden versendet.

2.3 Parameter der Fertigungssteuerung

Im Modell beschränkt sich die Fertigungssteuerung auf diejenigen Parameter, die sich unmittelbar auf das Ergebnis der Simulation auswirken, also auf die Anzahl hergestellter Endprodukte. Um die vom Markt vorgegebenen Mengen- und Terminziele zu erreichen, muss die Produktion an die Kundennachfrage des jeweiligen Szenarios angepasst werden. Das heißt, die Durchflussmenge der Produktion muss steuerbar sein. Im Modell erfolgt die Fertigungssteuerung daher einerseits durch die Regelung der Betriebszeit des Anlagenkomplexes sowie durch die mengenmäßige Regelung der Rohstoffeinlastung in den Fertigungsbereich A.

Beide Faktoren können durch die quartalsweise Schichtplanung geregelt werden. Durch Einsatz von einer, zwei oder drei Schichten am Tag kann die tägliche Betriebszeit des Anlagenkomplexes reguliert werden. Auch die Rohteileinlastung reguliert sich durch das Schichtmodell, da pro Schicht maximal zehn Stück des Rohstoffs eingelastet werden.

Verfügbare Schichtmodelle:

	Schichten pro Werktag	Schichten am Samstag	Schichten am Sonntag
Schichtmodell 1	2	0	0
Schichtmodell 2	2	1	0
Schichtmodell 3	3	0	0
Schichtmodell 4	3	3	0
Schichtmodell 5	3	3	2
Schichtmodell 6	3	3	3

2.4 Produktionsdaten

	FB A	FB B	MB C	MB D	MB E
Durchlaufzeit eines Teils in Schichten	201	90	6	3	27
max. Maschinenkapazität pro Schicht	2010	900	60	30	270
max. Einlastung pro Schicht (Rohteilebene)	10	10	10	10	10
Ausschussrate (Rohteilebene)	9,9%	29,9%	5,0%	1,9%	1,0%
fixe Mitarbeiterzahl pro Schicht	225	384	192	240	705

Bei der Berechnung der Produktionseinlastung und der Produktionsausbringung eines Produktionsbereiches bezieht sich das Simulationsmodell lediglich auf die Daten zur Einlastung pro Schicht und zur Ausschussrate. Die restlichen Daten können hierbei aus folgendem Grund vernachlässigt werden:

Die Maximaleinlastung pro Tag ergibt sich aus den 10 Rohteilen pro Schicht multipliziert mit der Anzahl ausgeführter Schichten am Tag. Innerhalb des Produktionsbereiches wird vereinfachend davon ausgegangen, dass zu Beginn der Simulationsphase der Produktionsbereich bereits auf seine maximale Kapazität gefüllt ist. Das heißt, dass in jeder Schicht die Teileausbringung der Teileeinlastung entspricht. Von der Teileausbringung wird dann die entsprechende Ausschussrate abgezogen. Die Anzahl der Mitarbeiter im Produktionsbereich ist fix und ist auf die Maximalkapazität pro Schicht ausgelegt.

2.5 Kostenstruktur

		Geldeinheiten	Bezugsgröße
Materialkosten	Rohstoffe	100	pro Stk
	Flyer	20	pro Stk
	Steuereinheit inkl. Zugriffskamm	60	pro Komponente
	Speicherplattenstapel inkl. Gehäuse	50	pro Komponente
Personalkosten	Stundenlohn pro Mitarbeiter	50	pro Stunde
	Schichtzuschlag Werktag Nachts	*1,3	pro Stunde
	Schichtzuschlag Wochenende	*1,3	pro Stunde
Betriebsstoffkosten	FB A	10000	pro Stunde
	FB B	9000	pro Stunde
	MB C	5000	pro Stunde
	MB D	3000	pro Stunde
	MB F	8000	pro Stunde
Lagerhaltungskosten	Lagerhaltungskostensatz	5%	im Jahr

3 Aufbau des Simulationsmodells

3.1 Der erwartungsorientierte Fertigungsabschnitt



Der Fertigungsprozess beginnt mit der Rohstoffanlieferung an das Rohstofflager. Der Fertigungsbereich A entnimmt pro Simulationsperiode seinen Materialbedarf aus dem Rohstofflager und verarbeitet das Material zu Zwischenprodukten. Der Materialbedarf des Fertigungsbereichs ergibt sich aus der Personalkapazität, die im Modell durch den Schichtplan bereitgestellt wird. Die produzierten Zwischenprodukte werden im Pufferlager für den nächsten Produktionsschritt bereitgestellt.

Dieser Prozess wiederholt sich in den nachfolgenden Stufen des Modells bis zur Bevorratungsebene. Nachfolgend werden die einzelnen Prozesskomponenten im Detail erläutert.

3.1.1 Rohstofflieferung

Die Rohstofflieferung für die gesamte Simulationsperiode erfolgt über eine Wertereihe, die zu Beginn jedes Quartals eine bestimmte Menge an Rohstoffen anliefert. Wie bei allen weiß dargestellten Prozesskomponenten erfolgt hier der

Dateninput durch eine manuelle Eingabe des Benutzers. So kann der Benutzer die Fertigung steuern und an das jeweilige Testszenario anpassen. Die Mengen der Rohstofflieferung werden also dem Materialbedarf des Fertigungsbereichs A angepasst.

3.1.2 Schichtplan

Der Personaleinsatz für die gesamte Simulationsperiode erfolgt über eine Wertereihe, die als Dateninput veränderbar ist. Sie beschreibt die Anzahl der eingesetzten Schichten pro Tag.

3.1.3 Rohstofflager und Puffer_1 bis Puffer_3

Das Rohstofflager berechnet den Rohstoffbestand aus dem Wert der vorherigen Periode, den angelieferten Rohstoffen und den entnommenen Rohstoffen. Die Pufferlager 1 bis 3 werden analog des Rohstofflagers geführt.

Hier wurde bewusst kein Bestandsfaktor gewählt, da sich sonst die nachfolgende Produktion um eine Periode verzögern würde, was das Simulationsergebnis stark negativ beeinflussen würde. Auch ein Bestandsfaktor mit fixem Anfangsbestand würde das Simulationsergebnis zu stark beeinflussen, sodass hier ein Nicht-Bestandsfaktor gewählt wurde. Die leichte Realitätsabweichung durch die Vermeidung der Verzögerung musste in Kauf genommen werden, um ein möglichst unverfälschtes Ergebnis zu erreichen.

3.1.4 Einlastung_FBA bis Einlastung_MBD

Pro Simulationsperiode wird die maximale Produktionskapazität genutzt, die sich aus dem Schichtplan ergibt. In einer Schicht können 10 Teile in die Produktion eingelastet werden, solange das vorgeschaltete Lager einen Bestand aufweist.

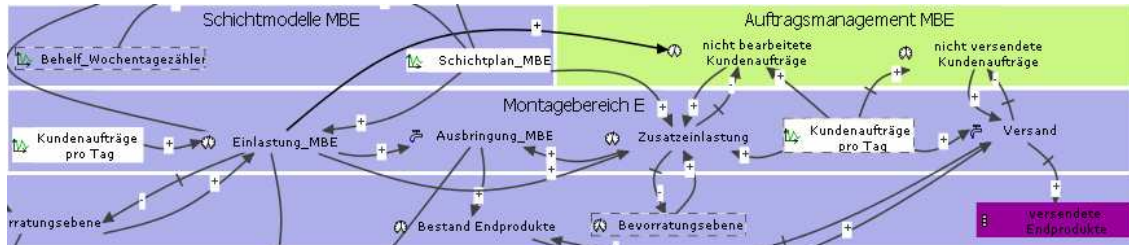
3.1.5 Ausbringung_FBA bis Ausbringung_MBD

Die eingelastete Menge wird um die Ausschussrate reduziert.

Die in Kapitel 2 beschriebene Losteilung und Loseinigung in den Produktionsbereichen wird im Modell erst bei der Einlagerung in die Bevorratungsebene berücksichtigt. Das heißt die Umrechnung der Bestandszahlen von Rohstoff-

ebene auf Endproduktebene erfolgt nur in der Ausbringung des Montagebereichs D.

3.2 Der auftragsorientierte Fertigungsabschnitt



Der letzte Produktionsbereich MBE wird von den eingehenden Kundenaufträgen angestoßen, d. h. solange die Bevorratungsebene Bestand hat werden pro Tag so viele Endprodukte produziert, wie an diesem Tag bestellt werden. Die produzierten Endprodukte werden auftragsgerecht versendet und kommen zwei Tage später beim Kunden an.

Da auch der Produktionsbereich MBE durch die Personalkapazität aus dem Schichtplan begrenzt ist, können nicht immer alle Kundenaufträge vollständig am Tag des Auftragseingangs produziert werden. Das Auftragsmanagement regelt daher die Nachproduktion zum nächstmöglichen Zeitpunkt. Dieser Zeitpunkt ergibt sich dann, wenn die Produktion der täglichen Kundenaufträge die Produktionskapazität unterschreitet. Dann werden die bisher nicht bearbeiteten Kundenaufträge zusätzlich eingelastet und nach der Produktion versendet. Die Versendung des nachgeholten Kundenauftrags kann auch in Teilmengen erfolgen.

Nachfolgend werden die einzelnen Prozesskomponenten im Detail erläutert.

3.2.1 Bevorratungsebene und Bestand Endprodukte

Die Bevorratungsebene und der Bestand Endprodukte werden wie die Zwischenlager des erwartungsorientierten Produktionsbereichs geführt.

3.2.2 Einlastung_MBE

Die Einlastungsmenge pro Tag ergibt sich aus den Kundenaufträgen des Tages plus der erwarteten Ausschussmenge plus der nachzuproduzierenden Menge an Endprodukten, wobei der verfügbare Bestand der Bevorratungsebene

berücksichtigt wird. Die maximale Produktionskapazität, die sich aus dem Schichtplan ergibt, wird nicht überschritten.

3.2.3 Ausbringung_MBE

Die eingelastete Menge wird um die Ausschussrate reduziert.

3.2.4 Nicht bearbeitete und nicht bediente Kundenaufträge

Diese Komponenten merken sich pro Tag die Kundenaufträge, die bisher nicht produziert (bearbeitet) oder versendet (bedient) sind.

3.2.5 Zusatzeinlastung

Die Zusatzeinlastung nutzt freie Produktionskapazitäten im Produktionsbereich MBE, um bisher nicht produzierte Kundenaufträge nachzufertigen.

3.2.6 Versand

Diese Komponente versendet die produzierten Tagesaufträge als Komplettlieferung und die nachproduzierten Aufträge je nach Bestand als Komplett- oder Teillieferung. Sie reduziert den Bestand an Endprodukten um die versendete Menge, wobei der Bestand nie negativ wird.

3.2.7 Versendete Endprodukte

Diese Komponente zeigt den Bestand an Endprodukten, der bei den Kunden angekommen ist.

3.3 Kostenberechnungen im Modell

Die Ergebnisgröße der Simulation sollen die durchschnittlichen Herstellkosten pro Simulationslauf sein. Zur Berechnung dieser Größe werden pro Produktionsbereich und Simulationstag die Produktions- und Lagerhaltungskosten ermittelt. Alle angefallenen Kosten werden anschließend zu den gesamten Herstellkosten in einem Simulationslauf akkumuliert. Die Division durch die Gesamtzahl hergestellter Endprodukte ergibt schließlich die durchschnittlichen Herstellkosten pro Stück.

Die folgenden Kalkulationsgleichungen beschreiben die Kostenermittlung im Detail.

Materialkosten: $\text{Materialbedarfsmenge}_{\text{var}} * \text{Materialpreis}_{\text{fix}}$

Die Materialbedarfsmenge ergibt sich aus der Einlastungsmenge des jeweiligen Produktionsbereichs. Gegebenenfalls findet eine Umrechnung von Rohstoffebene auf Komponentenebene statt.

Personalkosten: $\text{Mitarbeiteranzahl}_{\text{fix}} * \text{Stundenlohn}_{\text{fix}} * \text{Schichtzulagesatz}_{\text{var}} * 8 \text{ Stunden}_{\text{fix}} * \text{Schichtanzahl}_{\text{var}}$

Die Schichtanzahl wird aus der Wertereihe Schichtplan des jeweiligen Produktionsbereichs übernommen und der Schichtzulagesatz wird mithilfe der Wertereihe Behelf_Wochentagezähler ermittelt.

Betriebsstoffkosten: $\text{Nutzungskosten}_{\text{fix}} * 8 \text{ Stunden}_{\text{fix}} * \text{Schichtanzahl}_{\text{var}}$

Die Schichtanzahl wird aus der Wertereihe Schichtplan des jeweiligen Produktionsbereichs übernommen.

Lagerhaltungskosten: $\text{Gesamtkosten des Teils zum Eintrittszeitpunkt}_{\text{var}} * \text{Lagerhaltungskostensatz}_{\text{fix}} * (1/1008)_{\text{fix}}^1$

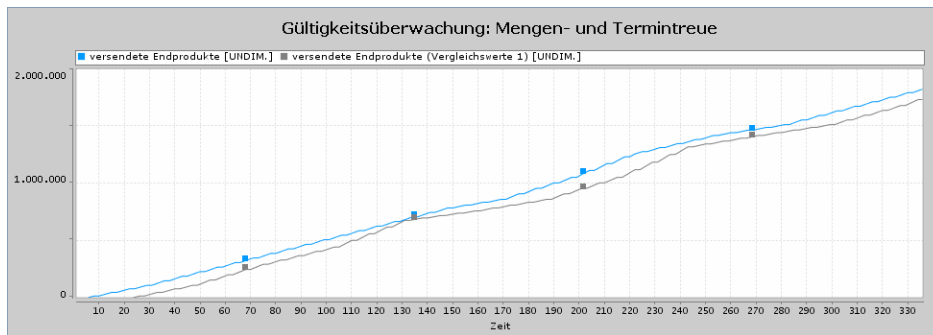
Die Gesamtkosten der Teile zum Eintrittszeitpunkt in das Lager werden ermittelt durch die Summe aller vor der Einlagerung angefallenen Produktionskosten geteilt durch die eingelagerte Menge.

4 Das Simulationscockpit

Das Simulationscockpit dient zur Ausgabe aller Simulationsergebnisse, die für die Identifizierung der kostenoptimalen Fertigungsstrategie und die Ergebnisanalyse notwendig sind. Das Cockpit besteht aus den folgenden Bereichen.

¹ 1008 ist die maximale Anzahl an Schichten im Jahr

4.1 Gültigkeitsüberwachung



Die Gültigkeitsüberwachung dient dazu, die für die Studie vorausgesetzte Termin- und Mengentreue der Fertigung zu überwachen. Es wird die Anzahl der tatsächlich versendeten Endprodukte im Vergleich zu einer vorgegebenen Wertereihe dargestellt. Diese Vergleichswerte beschreiben die Mindestmenge an versendeten Endprodukten zum jeweiligen Zeitpunkt unter Berücksichtigung der tatsächlichen Kundenauftragsmengen und der maximalen Lieferzeit von drei Wochen. Erfüllt die Fertigung ihre Termin- und Mengenziele sind die tatsächlichen Werte zu jedem Zeitpunkt mindestens genauso groß wie die Vergleichswerte. Unterschreiten Sie die Vergleichswerte ist der Simulationslauf für die Studie ungültig.

4.2 Ergebnisgröße Herstellkosten

In diesem Cockpit werden die Kostenkennzahlen zum Ende des Geschäftsjahres angezeigt. Die Ergebniswerte werden für jede alternative Schichtstrategie des Szenarios notiert und verglichen, um die kostenoptimale Strategie zu identifizieren.

4.3 Nachverfolgung der Kosten, Bestände und Kapazitätsauslastung

Um die getesteten alternativen Fertigungsstrategien zu analysieren, geben diese drei Cockpits für jeden Tag die Produktionskosten je Fertigungsbereich und die Lagerhaltungskosten und Bestandshöhen je Zwischenlager aus. Außerdem wird die Kapazitätsauslastung der Produktionsbereiche verfolgt. Anhand dieser Werteverläufe können die Auswirkungen der Schichtplanung beobachtet werden.

5 Literatur

Friederich D., Bellmann, K. (Hrsg.): Simulation in der Fertigungssteuerung, Gabler Verlag und Deutscher Universitätsverlag, Wiesbaden, 1998