



Production Management
Schwerpunktmodul Supply Chain Planning
M.SC. BUSINESS ADMINISTRATION: SUPPLY CHAIN MANAGEMENT
Wintersemester 2023/2024

AD Dr. Johannes Antweiler

Stand 09.08.2023



Konzept:

- Die Veranstaltung findet nach dem Konzept des Inverted Classrooms statt.
 - Alle relevanten Unterlagen finden Sie bei ILIAS, im Internet ( https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/productionmanagementMA/PM_MA.html) oder der angegebenen Literatur.
 - Die konstituierende Sitzung und die Zusammenstellung der Arbeitsgruppen findet am **11.10.2023** von 08.00 bis 09.30 Uhr in HS XXV statt:
 - Am 10.10.2023 besteht online via Zoom-Meeting von 08.00 bis 08.45 Uhr eine Support-Option zur Unterstützung bei der Installation von PMT und Python:
Meeting-ID: 946 5397 8544
Passwort: 251294
 - Die Veranstaltung (ein Termin pro Woche im Plenum á 90 Minuten) findet dann jeweils Mi. von 08.00 bis 09.30 Uhr in **Hörsaal XXV** statt.
 - Die Präsentationen und Berechnungen werden per Mail eingereicht.
 - 14 Termine im Plenum: Konstituierende Sitzung, 12 Themen-Sitzungen, Prüfungstermin.
 - Die Studierenden bilden zudem Arbeitsgruppen (2 bis 4 Teilnehmer*innen) zur Erstellung der Präsentationen. Die Abstimmung in der Gruppe erfolgt in einem individuellen Termin pro Woche á 90 Minuten.
- **Plenum in HS XXV:** Hier werden die zuletzt erarbeiteten Themen vorgestellt und diskutiert. Außerdem wird die für die nächste Sitzung zu bearbeitenden Aufgaben besprochen; ca. 90 Minuten. Ziel ist es jeweils alle offenen Fragen zu klären.
 - **Präsenz-Übung** für die Arbeitsgruppennach nur **nach Vereinbarung** in der **Sibille-Hartmann-Straße 2-8, Raum 2.514:** Hier können offene Fragen der vergangenen Sitzung geklärt werden. Terminvereinbarung nur im Anschluss an die Plenarsitzung jeweils für Do. zwischen 08.00 und 08.45 Uhr.
 - **Online-Übung:** Hier können offene Fragen für die nächsten Sitzungen geklärt werden; **nach Bedarf**, max. 45 Minuten, jeweils Di. von 08.00 bis 08.45 Uhr:
Meeting-ID: 946 5397 8544
Passwort: 251294
Termine: 17.Okt. 2023, 24.Okt. 2023, 31.Okt. 2023, 7.Nov. 2023, 14.Nov. 2023, 21.Nov. 2023, 28.Nov. 2023, 5.Dez. 2023, 12.Dez. 2023, 19.Dez. 2023, 9.Jan. 2024, 16.Jan. 2024, 23.Jan. 2024
 - **Selbstlernphase:** Hier wird der Stoff gelesen und erarbeitet, werden Berechnungen durchgeführt etc. (auch diese Phase darf gerne in Gruppen erfolgen)
 - **Arbeitsgruppen:** Zeit zur Zusammenstellung der Ausarbeitungen und zur gemeinsamen Vorbereitung der Präsentationen: z.B. in Präsenz, via Zoom oder Skype; ca. 90 Minuten. Vorgesehenes Zeitfenster dienstags von 08.00 – 09.30 Uhr.

Die Ausarbeitungen sind für den Erwerb von Bonuspunkten verpflichtend je Arbeitsgruppe in Form einer **Powerpoint-Präsentation** und die Berechnungen ggf. zusätzlich in Form von **XML-Dateien** (PMT) oder von **Excel-Dateien** jeweils bis zum Tag vor der Sitzung um **12 Uhr** an SCMP-I@wiso.uni-koeln.de zu senden.

Ausgewählte Präsentationen bzw. Berechnungen werden dann im Plenum von den jeweiligen Gruppen vorgestellt.

Der Dateiname sollte stets folgende Struktur haben: SitzungXX-GruppeXX.ppt(x) oder .pdf – als Beispiel: Sitzung01-Gruppe05.pptx!



Für die aktive Mitarbeit in der Veranstaltung **und** die eingereichten Unterlagen können Punkte für die Klausur (bis zu 10% der Punkte der Klausur; 0,5 Punkte je Sitzung) in der Abschlussprüfung erworben werden.

Voraussetzung für die Vergabe dieser Punkte sind:

- die aktive Beteiligung an den Vorträgen und der Diskussionen in der Veranstaltung und
- die fristgerechte Einreichung der vollständig bearbeiteten Ausarbeitungen: die Qualität der Unterlagen wird dazu bewertet (bestanden/nicht bestanden). Nicht rechtzeitig abgegebene Hausaufgaben können nicht gewertet werden.

Das *Titelblatt* der Präsentation muss mindestens das *Sitzungsthema* und die *Namen der aktiven Gruppenmitglieder* enthalten. (Hinweis: Bitte geben Sie auf **keinen Fall** zusätzlich Prüfungs- oder Matrikelnummer mit an!).

Zur Durchführung einzelner Berechnungen und numerischer Experimente soll die Software '**Produktions-Management-Trainer**' (PMT ) genutzt werden (MS Windows erforderlich!)

Diese können nur Studierende dieser Veranstaltung ausschließlich auf der Seite  noch anzugebenden Seite herunterladen und installieren.

Für aktive Gruppenteilnehmer*innen kann **nach der konstituierenden Sitzung** eine in der Laufzeit auf das Studienjahr 2023/2024 befristete PMT-Lizenz **kostenfrei** ausschließlich über den **Smail-Account** bestellt werden.

Bitte geben Sie bei der **Lizensierungsmail** (siehe Anleitung auf der Download Seite) an info@pom-consult.de unbedingt ihren **Smail-Account** und den Namen der Lehrveranstaltung „**Production Management - WiSe 23/24**“ an.

Sie erhalten dann per Mail eine Lizenzdatei, die Sie in das Installationsverzeichnis des PMT (dies ist normalerweise c:\Program Files (x86)\pmt\ oder c:\programme\pmt; für den Kopiervorgang benötigen Sie Administratorrechte.) kopieren müssen.

Grundannahmen:

- Die Arbeitsbelastung der Studierenden soll sich gegenüber der herkömmlichen Lehrmethode (Vorlesung, Übung) nicht erhöhen
- Stoffinhalt und -umfang ändern sich nicht.

Ablauf:

- In diesem Dokument erhalten die Studierenden für jeden Termin Aufgaben (Lesen, Stoff erarbeiten, numerische Beispiele lösen, Internet-Recherche), die bis zum Vortag des jeweiligen Termins – in der Selbstlernphase und in der Online Gruppensitzung – bearbeitet werden müssen.
- Während einer Plenums-Sitzung erfolgen:
 - Zusammenfassung der Aufgabenstellung der aktuellen Sitzung (aktuelles Lernziel),
 - Präsentation der Ergebnisse durch die Studierenden, Diskussion von Fragen, Aufzeigen der Praxisrelevanz,
 - Erläuterung der Aufgabenstellung für die nächste Sitzung
- In einem ILIAS-Forum können Fragen diskutiert werden.



Prüfung:

Die Veranstaltung/das Modul hat die Prüfungsform Portfolio.

Das Portfolio setzt sich aus einer **Hausarbeit** (3 – 5 Seiten mit insg. 5 cm Rand seitlich und 3 cm Rand länglich, 12 pt Times New Roman, 1,5-zeilig) zur Vertiefung eines Themas der Veranstaltung (max. 60 Punkte) und einer **Klausur** (60 Minuten = max. 60 Punkte) über den gesamten Veranstaltungsstoff zusammen. Wenn **beide Teileleistungen bestanden** sind ergibt sich die Gesamtnote aus der Gesamtpunktzahl der Teileleistungen (max. 120 Punkte).

Die Meldung in KLIPS erfolgt nur zur jeweiligen Klausur! Bitte beachten Sie den gesonderten Abgabetermin der Hausarbeiten, der für beide Prüfungstermine der Klausur gilt! Diesen finden Sie ab dem 25.01.2024 nach der Bekanntgabe der Themen auch im PDF-Dokument zur Hausarbeit bei ILIAS!

Verwendete Software zur Lösung der Übungsaufgaben:

- Produktions-Management-Trainer 18 (PMT)
- MS Excel
- Python 3.12 (incl. MIP Solver; die Anleitung zur Installation finden Sie unter



<https://www.pom-consult.de/PMTHilfe/PythonInstallation.Htm>)



Literatur, Informationsquellen

Die folgenden Quellen (Bücher, Internet) bilden die Grundlage der Veranstaltung (von den Lehrbüchern können auch ältere Auflagen verwendet werden, bitte beachten Sie dann aber abweichende Seiten- oder Abschnittsangaben):

Günther, H.-O. und H. Tempelmeier (2020a). *Supply Chain Analytics: Operations Management und Logistik* (13. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.

Günther, H.-O. und H. Tempelmeier (2020b). *Übungsbuch Supply Chain Analytics: Operations Management und Logistik* (10. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.

Gujjula, R., S. Werk und H.-O. Günther (2011). *A heuristic based on Vogel's approximation method for sequencing mixed-model assembly lines*. International Journal of Production Research 49, 6451 – 6468.

Hax, A. und D. Candea (1984). *Production and Inventory Management*. London: Prentice-Hall.

Küpper, H.-U. und S. Helber (2004). *Ablauforganisation in Produktion und Logistik* (3. Aufl.). Stuttgart: Schäffer-Poeschel.

Tempelmeier, H. (2020a). *Analytics im Bestandsmanagement* (7. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.

Tempelmeier, H. (2020b). *Analytics in Supply Chain Management und Produktion – Übungen und Mini-Fallstudien* (7. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.

Tempelmeier, H. (2023). *Production Analytics* (7. Aufl.). Norderstedt: Books on Demand.

Tempelmeier, H. und H. Kuhn (1993). *Flexible Fertigungssysteme – Entscheidungsunterstützung für Konfiguration und Betrieb*. Berlin: Springer.

Die folgende Internetseite bildet ergänzend die Grundlage der einzelnen Sitzungen:



https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/productionmanagementMA/PM_MA.html

Ergänzende Internetseiten:



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/>



<https://www.pom-consult.de/advancedplanning/>

Weiterführende Quellen:

Arnold, D., H. Isermann, A. Kuhn, H. Tempelmeier und K. Furmans (Hrsg.) (2008). *Handbuch Logistik* (3. Aufl.), Berlin. Springer.

Helber, S. (2020). *Operations Management Tutorial*. Leipzig: Stefan Helber.

Hoitsch, H.-J. (1993). *Produktionswirtschaft* (2. Aufl.). München: Vahlen.

Stevenson, W. (2008). *Production/Operations Management* (10. Aufl.). McGraw-Hill.



Sitzungen im Plenum

jeweils mittwochs von 08.00 bis 09.30 Uhr in HS XXV

Termin	Inhalt
10.10.2023 (Dienstag)	Installationsunterstützung für PMT und Python via Zoom Meeting-ID: 946 5397 8544 Passwort: 251294
11.10.2023 XXV	Konstituierende Sitzung und Zusammenstellen der Arbeitsgruppen
18.10.2023 XXV	Sitzung 01: Grundlagen stochastischer Fließproduktionssysteme (FPS)
25.10.2023 XXV	Sitzung 02: Leistungsanalyse und Optimierung stochastischer Fließproduktionssysteme (FPS)
08.11.2023 XXV	Sitzung 03: Leistungsanalyse, Optimierung und Ressourceneinsatz- planung Flexibler Fertigungssysteme (FFS)
15.11.2023 XXV	Sitzung 04: Prognoseverfahren (Demand Planning)
22.11.2023 XXV	Sitzung 05: Hierarchische Produktionsplanung und -steuerung / Supply Network Planning (SNP)
29.11.2023 XXV	Sitzung 06: Losgrößenplanung I (CLSP, MLCLSP)
06.12.2023 XXV	Sitzung 07: Losgrößenplanung II (CLSP-L, PLSP)
13.12.2023 XXV	Sitzung 08: Ressourceneinsatz- und Ablaufplanung (RCPSP, NEH)
20.12.2023 XXV	Sitzung 09: Einlastungsplanung - Mixed-Model Assembly Line Sequencing (MMS) / Instandhaltungsplanung
10.01.2024 XXV	Sitzung 10: Bestandsmanagement (einstufig)



Termin		Inhalt
17.01.2024	XXV	Sitzung 11: Bestandsmanagement (mehrstufig) / Grundlagen der stochastischen Losgrößenplanung
24.01.2024	XXV	Sitzung 12: Stochastische Losgrößenplanung
25.01.2024 (Donnerstag)		Vergabe der Themen für die Hausarbeit, offene Fragen via Zoom Meeting-ID: 971 5618 5910 Passwort: 114771
31.01.2024	XXV	Prüfungstermin 1: 08.15 bis 09.15 Uhr* Klausur (60 Minuten)*
28.02.2024	Sciebo	Abgabetermin für die Hausarbeiten (bis 23:59 Uhr)
21.03.2024	XII	Prüfungstermin 2: 08.15 bis 09.15 Uhr* Klausur (60 Minuten)

Für die **Gruppensitzungen** steht der Zeitslot dienstags von 08.00 bis 09.30 Uhr zur Verfügung. Von 08.00 – 08.45 können in der Online-Übung offene Fragen via Zoom geklärt werden:

Meeting-ID: 946 5397 8544
Passwort: 251294

Termine:

17.Okt. 2023, 24.Okt. 2023, 31.Okt. 2023,
7.Nov. 2023, 14.Nov. 2023, 21.Nov. 2023, 28.Nov. 2023,
5.Dez. 2023, 12.Dez. 2023, 19.Dez. 2023,
9.Jan. 2024, 16.Jan. 2024, 23.Jan. 2024

Für **Rückfragen** steht für die Gruppen donnerstags von 08.00 bis 08.45 Uhr ein Abstimmungstermin **nach Vereinbarung** (mittwochs nach der Vorlesung) zur Verfügung.

* Termine und Prüfungsablauf können sich nach Vorgaben des Prüfungsamtes noch verschieben!



Sitzungsinhalte



Sitzung 01: Grundlagen stochastischer Fließproduktionssysteme (FPS)

Lernziele

- Einfluss der Stochastik auf die Leistung eines Fließproduktionssystems
- Relevante Wahrscheinlichkeitsverteilungen
- Systeme mit unbegrenzten Puffern
- Methoden zur Leistungsanalyse für verschiedene Systemstrukturen
- Zusammenhang zwischen Optimierung und Leistungsanalyse
- Analyse von 2-Stationen-Systemen als Werkzeug zur Zerlegung längerer Systeme
- Approximationsformeln für große Systeme

Problemstellung 1: Fließproduktionssysteme unter stochastischen Bedingungen

Aufgabe

Einflussgrößen der Leistung eines Fließproduktionssystems



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-165.html>

- a. Wovon hängen die Auslastungsanteile einer Station (Leerzeit, ...) ab?
- b. Erklären Sie den Einfluss der MTTR auf die Produktionsrate eines Fließproduktionssystems bei unterschiedlichen Verfügbarkeiten.

Diskussionspunkte

- Abgrenzung zu FPS unter deterministischen Bedingungen
- Exponentialverteilung
- Gammaverteilung
- Mittelwert, Varianz, Variationskoeffizient
- Einfluss des Produktmix auf die Wahrscheinlichkeitsverteilung der Bearbeitungszeiten an einer Station
- Einfluss von Störungen (Verfügbarkeit) auf die Leistung eines Fließproduktionssystems

Problemstellung 2: Fließproduktionssysteme mit unbegrenzten Puffern

Aufgabe

Warteschlangenmodelle



<https://pom-consult.de/advancedplanning/advancedplanning-126.htm>

Literatur: Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 7.3.2

Erläutern Sie die Vorgehensweise der exakten Dekomposition eines Fließproduktionssystems mit exponentialverteilten Bearbeitungszeiten (siehe auch

PMT .

Diskussionspunkte

- Typen von Warteschlangenmodellen
- Warum simuliert man nicht einfach ein Fließproduktionssystem und verzichtet auf analytische Berechnungen?



Problemstellung 3: Completion-Time Konzept

Aufgabe

Beschreibung des Completion-Time Konzepts



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-485a.html>

Erläutern Sie die Annahmen und die Vorgehensweise des Completion-Time Konzepts. Zeichnen Sie eine Graphik, die den Zusammenhang zwischen MTTR und MTTF bei gegebener Verfügbarkeit wiedergibt und interpretieren Sie die Graphik.

Diskussionspunkte

- MTTR
- MTTF
- Verfügbarkeit

Problemstellung 4: 2-Stationen-Systeme (Markov-Modell)

Aufgaben

1. Analyse eines 2-Stationen-Systems mit begrenzten Puffern, unendliche Ankunftsrate



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-478.html>

- Erläutern Sie 2-Stationen-Systeme.
- Betrachten Sie ein zwei Stationen System mit identischen Bearbeitungsraten $\mu_1 = \mu_2 = 0.8$ sowie der Puffergröße 0.
- Wie viele Zustände gibt es?
- Stellen Sie das Gleichungssystem auf und bestimmen Sie die stationären Zustandswahrscheinlichkeiten.

2. Markov-Modell

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe A3.7: Zwei-Stationen-Fließproduktionssystem mit beschränktem Puffer, erste Station niemals leer, Markov-Modell

- Erläutern Sie die einzelnen Rechenschritte.
- Zeigen Sie den Einfluss der Puffergrößen auf den Output des Zwei-Stationen-Systems anhand einer Graphik.

Diskussionspunkte

- Einfluss der Puffergrößen auf die Leistung des Zwei-Stationen-Systems
- Einfluss der Puffergrößen auf die Größe des Gleichungssystem
- Annahmen



Problemstellung 5: 2-Stationen-Systeme (Warteschlangenmodell)

Aufgabe

Warteschlangenmodell

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe A3.8: Zwei-Stationen-Fließproduktionssystem mit beschränktem Puffer, erste Station niemals leer, M/M/1/N-Modell

- Bearbeiten Sie die Aufgabenteile (a) und (b) der Aufgabe A3.8.
- Berechnen Sie die Lösung mit dem **PMT** .

Diskussionspunkte

- Ankunftsrate, Bedienrate
- Einfluss der Begrenzung der Kunden im Warteschlangensystem
- Einfluss der Veränderung der Ankunftsrate und der Bedienrate auf den Output des Systems
- Annahmen
- Wann sollte das Markov-Modell und wann das Warteschlangenmodell eingesetzt werden?



Sitzung 02: Leistungsanalyse und Optimierung stochastischer Fließproduktionssysteme (FPS)

Lernziele

- Dekompositionskonzept theoretisch verstehen und praktisch anwenden
- Bedeutung von Puffern in stochastischen Fließproduktionssystemen
- Zusammenhang zwischen der Pufferoptimierung und der Leistungsanalyse eines Fließproduktionssystems
- Grundkonzepte zur Bestimmung der optimalen Puffergrößen
- Beziehungen zwischen Pufferanzahl und Pufferverteilung

Problemstellung 1: Analyse eines langen Fließproduktionssystems mit exponentialverteilten Bearbeitungszeiten

Aufgaben

1. Dekompositionsansatz



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-479.html>

Erklären Sie die Logik des Dekompositionskonzeptes für den Fall, dass die Subsysteme mit M/M/1/N-Warteschlangenmodellen analysiert werden können.

2. Betrachten Sie ein Fließproduktionssystem mit 4 Stationen, exponentialverteilten Bearbeitungszeiten mit dem Mittelwert $b_m = 1$ ($m = 1, 2, 3, 4$) und keinen Pufferplätzen (d. h., die Puffergrößen sind 0).

Iteration 1

Vorwärtsrechnung

Berechnung der Zugangsraten bei gegebenen Bedienraten

Subsystem [1,2]

Station 1 ist niemals unbeschäftigt!

Bedienrate der Upstream-Station $\mu_u(1, 2) : \mu_u(1, 2) = 1.0000$

Subsystem [2,3]

Berechne Produktionsrate $X(1, 2)$

$\mu_u(1, 2) = 1.0000, \mu_d(1, 2) = 1.0000$

$X(1, 2) = 1.0000 * (1 - 0.3333) = 0.6667$

$\frac{1}{\mu_u(2,3)} = \frac{1}{1.0000} + \left(\frac{1}{0.6667} - \frac{1}{1} \right) = 1,5000$

Bedienrate der Upstream-Station $\mu_u(2, 3) : \mu_u(2, 3) = 0.6667$

Subsystem [3,4]

Berechne Produktionsrate $X(2, 3)$

$\mu_u(2, 3) = 0.6667, \mu_d(2, 3) = 1.0000$

$X(2, 3) = 1.0000 * (1 - 0.4737) = 0.5263$

$\frac{1}{\mu_u(3,4)} = \frac{1}{1.0000} + \left(\frac{1}{0.5263} - \frac{1}{1} \right) = 1.9000$

Bedienrate der Upstream-Station $\mu_u(3, 4) : \mu_u(3, 4) = 0.5263$



Iteration 1

Rückwärtsrechnung

Berechnung der Bedienraten bei gegebenen Zugangsraten

Subsystem [3,4]

Station 4 ist niemals blockiert!

Bedienrate der Downstream-Station $Md(3, 4) : \mu_d(3, 4) = 1.0000$

Subsystem [2,3]

Berechne Produktionsrate $X(3, 4)$

$\mu_u(3, 4) = 0.5263, \mu_d(3, 4) = 1.0000$

$X(3, 4) = 1.0000 * (1 - 0.5545) = 0.4455$

$\frac{1}{\mu_d(2,3)} = \frac{1}{1} + \left(\frac{1}{0.4555} - \frac{1}{0.5263} \right) = 1.3448$

Bedienrate der Downstream-Station $Md(2, 3) : \mu_d(2, 3) = 0.7436$

Subsystem [1,2]

Berechne Produktionsrate $X(2, 3)$

$\mu_u(2, 3) = 0.6667, \mu_d(2, 3) = 0.7436$

$X(2, 3) = 0.7436 * (1 - 0.3703) = 0.4682$

$\frac{1}{\mu_d(1,2)} = \frac{1}{1.0000} + \left(\frac{1}{0.4682} - \frac{1}{0.6667} \right) = 1.6357$

Bedienrate der Downstream-Station $Md(1, 2) : \mu_d(1, 2) = 0.6113$

Eine andere Berechnungsweise, die zu denselben Ergebnissen führt, findet sich in Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion' – Aufgabe A3.9: Große Fließproduktionssysteme mit beschränkten Puffern, Dekomposition

- Erklären Sie die Formeln aus  <https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-479.html> zur Bestimmung der Produktionsrate des Systems anhand der oben angegebenen Berechnungen.
- Rechnen Sie die Zahlen für Subsystem (2,3) in der Rückwärtsrechnung der Iteration 1 Schritt für Schritt nach. Die Berechnung lassen sich in Excel auch automatisieren.
- Prüfen Sie die Berechnungen mit dem **PMT** .

Diskussionspunkte

- Analyse eines Subsystems
- Parameter eines Subsystems
- Erfassung der Interdependenzen zwischen den Subsystemen in den Dekompositionsgleichungen
- Quantifizierung von Starving- und Blocking-Wahrscheinlichkeiten
- Quantifizierung von Starving- und Blocking-Zeiten



Problemstellung 2: Einflussgrößen der Puffer, Pufferoptimierung

Aufgabe

Pufferoptimierung

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe A3.13: Pufferoptimierung

- Erläutern Sie das Primal- und das Dualproblem.
- Nennen Sie für beide Problemstellungen jeweils eine praktische Anwendungssituation.
- Beschreiben Sie das Gradientenverfahren zur Lösung des Dualproblems.
- Implementieren Sie die Berechnung der projizierten Gradienten in MS-Excel und zeigen Sie, dass die Addition eines Vielfachen dieses Vektors zum Vektor der Puffer keine Veränderung der Gesamtanzahl der Puffer verursacht.

Diskussionspunkte

- Dualproblem
- Primalproblem



Sitzung 03: Leistungsanalyse, Optimierung und Ressourceneinsatzplanung für Flexibler Fertigungssysteme (FFS)

Lernziele

- Begriff des Flexiblen Fertigungssystems (FFS)
- Methoden zur analytischen Leistungsanalyse eines FFS
- Geschlossenes Warteschlangenmodell, Mittelwert-Analyse
- Analyse von Flexiblen Fertigungssystemen
- Optimierungsprobleme
- LP-Ansätze zur Optimierung von FFS mit unbegrenzter Anzahl von Paletten
- Serienbildung
- Systemrüstung

Problemstellung 1: Leistungsanalyse eines FFS

Aufgaben

1. Flexible Fertigungssysteme (Begriff, Design-Probleme)



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-133.html>

Beschreiben Sie die Merkmale eines Flexiblen Fertigungssystems und stellen Sie die Bestandteile eines Bearbeitungszentrums dar.

2. Mittelwertanalyse (Mean-Value-Analysis)

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 7.4.1., S. 96–99

Erläutern Sie die Annahmen und das Verfahren der Mittelwertanalyse zur Bestimmung der Leistungskenngrößen eines Flexiblen Fertigungssystems (bzw. eines geschlossenen Warteschlangennetzwerks).

3. Anwendung der Mittelwertanalyse

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe A4.1: Konfigurierung eines Flexiblen Fertigungssystems, Frage b)

Reproduzieren Sie die Berechnungen der MVA für das Beispiel mit dem **PMT** .

Diskussionspunkte

- Nennen Sie Ursachen der Flexibilität eines FFS
- Erläutern Sie die Vorgehensweise der Mittelwertanalyse
- Erläutern Sie den Unterschied zwischen der mittleren Warteschlangenlänge bei Ankunft eines Kunden (arrival-instant) und der mittleren Warteschlangenlänge im Zeitablauf (time-average)
- Vergleich Statische Analyse und Mittelwert-Analyse: Unterschiede, Aussagefähigkeit



Problemstellung 2: Ressourcen- und Arbeitsplanoptimierung eines FFS

Aufgabe

Ressourcen- und Arbeitsplanoptimierung

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe A4.2: Ressourcen- und Arbeitsplanoptimierung für ein Flexibles Fertigungssystem

Erläutern Sie das Modell zur Ressourcen- und Arbeitsplanoptimierung.

Diskussionspunkte

- Annahmen des LP-Modells
- Lösungsmöglichkeiten des LP-Modells

Problemstellung 3: Kapazitätsoptimierung eines FFS

Aufgabe

Kapazitätsoptimierung

Literatur:

Tempelmeier/Kuhn (1993), Abschnitt 43.

- a. Erläutern Sie das Modell CA-VS von Vinod und Solberg.
- b. Zeigen Sie anhand eines numerischen Beispiels mit Hilfe der Mittelwertanalyse, dass die Produktionsrate $X(S, N)$ bei gegebener Anzahl von Servern bzw. Maschinen eine nichtlineare Funktion der Anzahl Paletten (N) ist.

Problemstellung 4: Ressourceneinsatzplanung eines FFS

Aufgabe

1. Serienbildung

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 11.3.1

- a. Erläutern Sie das Modell SEF zur Serienbildung
- b. Erläutern Sie das Modell und den Lösungsansatz von Hwang

2. Systemrüstung

Literatur:

Tempelmeier/Kuhn (1993), Abschnitt 532.

Erläutern und kritisieren Sie das Modell AGMA-KU.

Diskussionspunkte

- Einordnung der Problemstellungen in das operative SCM
- Kritische Betrachtung der Modelle



Sitzung 04: Prognoseverfahren (Demand Planning)

Lernziele

- ABC-Analyse
- Prognosequalität
- Ablauf der Prognose
- Prognoseverfahren

Problemstellung 1: Grundlagen

Aufgaben

1. ABC-Analyse

Literatur:

Übungsbuch 'Supply Chain Analytics', Aufgabe D11.1 ABC-Analyse

- a. Stellen Sie die Vorgehensweise der ABC-Analyse anhand eines Zahlenbeispiels dar.
- b. Führen Sie eine ABC-Analyse mit dem **PMT**  durch.

2. Prognosequalität

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.2

Stellen Sie die Kennzahlen zur Beurteilung der Prognosequalität kurz vor.

3. Zeitreihenverläufe

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.3

- a. Zeigen Sie Beispiele für typische Zeitreihenverläufe.
- b. Wie sollten Ausreißer in der Zeitreihe behandelt werden?
- c. Wie sollten Strukturbrüche in der Zeitreihe behandelt werden?
- d. Wie können für neue Produkte Prognosen erstellt werden?

4. Einsatz von Prognoseverfahren

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.4 (bis Seite 49) und Abschnitt B.6.

Beschreiben Sie die Schritte für den laufenden Einsatz eines Prognoseverfahrens.

Diskussionspunkte

- Zeitreihenanalyse
- Bewertung von Prognoseergebnissen
- Zeitreihenklassifikation
- Bestimmung der Glättungsparameter
- Ausreißer/Strukturbrüche
- Produkte mit begrenzter Vergangenheit



Problemstellung 2: Prognose bei regelmäßigem und stationärem Zeitreihenverlauf

Aufgabe

Exponentielle Glättung erster Ordnung

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.4.1.2

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe C2.2 Exponentielle Glättung erster Ordnung

- Erläutern Sie das zugrundeliegende Zeitreihenmodell.
- Führen Sie für eine geeignete Zeitreihe eine Prognose mit dem **PMT** durch.
- Vollziehen Sie die Strukturbruchbereinigung aus der Aufgabe im Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe C2.3, Exponentielle Glättung erster Ordnung, Strukturbruch mit dem **PMT** nach.

Problemstellung 3: Prognose bei trendförmigem Bedarf

Aufgaben

1. Lineare Regressionsrechnung

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.4.2.1

Erläutern Sie das zugrundeliegende Zeitreihenmodell.

2. Exponentielle Glättung zweiter Ordnung

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.4.2.3

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe C2.4 Exponentielle Glättung zweiter Ordnung

- Erläutern Sie das zugrundeliegende Zeitreihenmodell.
- Führen Sie für eine geeignete Zeitreihe eine Prognose mit dem **PMT** durch.

3. Verfahren von Holt

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt B.4.2.4

- Erläutern Sie das Verfahren von Holt.
- Führen Sie für eine geeignete Zeitreihe eine Prognose mit dem **PMT** durch.



Problemstellung 4: Prognose bei saisonal schwankendem Bedarf

Aufgaben

1. Verfahren von Winters

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitte B.4.3.2

- Erläutern Sie die Vorgehensweise der Zeitreihendekomposition.
- Erläutern Sie das Verfahren von Winters.
- Führen Sie für eine geeignete Zeitreihe eine Prognose mit dem **PMT** durch.

2. Multiple lineare Regressionsrechnung

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitte B.4.3.3

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe C2.5 Multiple lineare Regressionsrechnung, Einfluss einer Sonderaktion und Aufgabe C2.6 Multiple lineare Regressionsrechnung, Strukturbruch

- Erläutern Sie die Vorgehensweise der Multiplen linearen Regressionsrechnung.
- Führen Sie für geeignete Zeitreihen Prognosen mit dem **PMT** durch.
- Führen Sie für eine Zeitreihe mit trendförmigem Verlauf und saisonalen Schwankungen eine Prognose mit allen bisher eingesetzten Verfahren mit dem **PMT** durch und vergleichen Sie die Ergebnisse.

Diskussionspunkte

- Einsatzgebiete der Prognoseverfahren
- Prognosegüte



Sitzung 05: Hierarchische Produktionsplanung und -steuerung / Supply Network Planning (SNP)

Lernziele

- Entscheidungsebenen der operativen Produktionsplanung und -steuerung
- Daten für die operative Produktionsplanung und -steuerung
- Planungsebenen eines kapazitätsorientierten Produktionsplanungssystems
- Probleme und Lösungsansätze der aggregierten Gesamtplanung
- Probleme der Hauptproduktionsprogrammplanung
- Aufgaben des Sales- and Operations Planning
- Einstufige und mehrstufige Probleme; Modellerweiterungen

Problemstellung 1: Planungsstruktur der hierarchischen Produktionsplanung und -steuerung

Aufgaben

1. Operative Produktionsplanung

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Teil D, S. 129–131

Fassen Sie die Aufgaben der operativen Produktionsplanung zusammen.

2. Hierarchisches Modell zur kapazitätsorientierten Produktionsplanung und -steuerung

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Teil A, S. 1–5

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Teil F, S. 328–330

Stellen Sie die Struktur eines hierarchischen Systems zur kapazitätsorientierten Produktionsplanung und -steuerung dar.

3. Kapazitätsorientiertes Planungssystem in einem Supply Network

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Teil F, S. 330–332

Beschreiben Sie die Erweiterungen gegenüber der Abbildung aus Aufgabe 2.

Diskussionspunkte

- Planungsstruktur einer kapazitätsorientierten Planung
- Planungsstruktur bei mehreren Produktionsstandorten

Problemstellung 2: SNP – Aggregierte Gesamtplanung (AGGRPLAN)

Aufgaben

4. Basismodell des SNP

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Teil B, S. 9–10

- a. Beschreiben Sie das Problem der Beschäftigungsglättung (aggregierte Gesamtplanung) anhand eines Praxisbeispiels.
- b. Erläutern Sie das Basismodell des SNP (alle Terme, die Zielsetzung, die Funktionsweise der Restriktionen etc.).
- c. Berechnen Sie für ein nicht vorgegebenes Beispiel eine Lösung für die Aggregierte Gesamtplanung (nur die Daten des Basismodells) mit dem **PMT**  und interpretieren Sie die Lösung.



5. Modellerweiterungen des SNP

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Teil B, S. 10–13

- Erklären Sie die Modellerweiterungen (Bestandsbeschränkungen, Mindestproduktionsmenge, Mindest-Überstunden) des SNP (nur die zusätzlichen Restriktionen).
- Erklären Sie die Erweiterungen der Zielfunktion und der Lagerbilanzgleichung für die Berücksichtigung von mehreren Produktionsstätten bzw. von Fremdlieferanten.
- Erstellen Sie für die Erweiterungen soweit möglich Beispiele mit dem **PMT** .
- Suchen Sie nach Datenkonstellationen, bei denen sich die Lösungsstruktur verändert (Sensitivitätsanalyse).

6. SNP in mehrstufigen Supply Chains

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Teil B, S. 14–15

- Erklären Sie die Erweiterungen der Zielfunktion und der Lagerbilanzgleichung.
- Berechnen Sie für ein nicht vorgegebenes Beispiel eine Lösung für die mehrstufige Aggregierte Gesamtplanung mit dem **PMT** .
- Führen Sie auch hier eine Sensitivitätsanalyse durch.

Diskussionspunkte

- Annahmen der Entscheidungsmodelle
- Einfluss der Kosten auf die Struktur der optimalen Lösung
- Sensitivität einer Lösung
- Überprüfung der Zulässigkeit einer Lösung
- Einfluss der Binärvariablen auf die Rechenzeit
- Struktur der Modelle
- Lösungsverfahren

Problemstellung 3: SNP – Hauptproduktionsprogrammplanung (HPP)

Aufgabe

SNP für die Hauptproduktionsprogrammplanung

Literatur:

- Lehrbuch Supply Chain Analytics', Abschnitt 10.3
Erläutern Sie den Zusammenhang bzw. den konzeptionellen Unterschied zwischen Aggregierter Gesamtplanung und Hauptproduktionsprogrammplanung und stellen Sie beide Planungsstufen einander gegenüber. Kriterien: Länge des Planungshorizonts, Periodenlänge, Aggregationsgrad der Daten, Entscheidungsträger etc.
- Wie lässt sich das Planungsproblem mit dem SNP modellieren?

Diskussionspunkte

- Modellannahmen des Modells HPP
- Einordnung des Sales- and Operations Planning
- Zusammenhang zwischen Aggregierter Planung und Hauptproduktionsprogrammplanung



Sitzung 06: Losgrößenplanung I (CLSP, MLCLSP)

Lernziele

- Makroperiodenmodelle versus Mikroperiodenmodelle
- Modell CLSP
- Modell CLSP_{SPL}
- ABC-Verfahren
- Modell MLCLSP
- Modellerweiterungen

Problemstellung 1: Grundlagen der Losgrößenplanung

Aufgaben

1. Modelle mit vs. ohne Kapazitätsbeschränkungen

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.1



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-386.html>

Erklären Sie, warum mit Losgrößenmodellen ohne Kapazitätsbeschränkungen in der Praxis keine zulässigen Lösungen ermittelt werden können.

2. Makro- vs. Mikroperiodenmodelle

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1, S. 42–43

Erläutern Sie die Begriffe Mikroperiodenmodell und Makroperiodenmodell anhand einer einfachen graphischen Darstellung, in der Sie die Kapazitätsbelastung einer Ressource im Zeitablauf darstellen

Problemstellung 2: Dynamische kapazitierte Losgrößenplanung

Aufgaben

1. Capacitated Lotsizing Problem (CLSP)

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1.1.1



<http://www.produktion-und-logistik.de/produktionundlogistik-389.html>

- a. Stellen Sie das Modell CLSP dar und erläutern Sie die einzelnen Bestandteile und Funktionsweisen des Modells.
- b. Erläutern Sie die Annahmen des CLSP bezüglich der Abbildung der Rüstvorgänge.
- c. Beschreiben Sie eine Situation, in der das CLSP Rüstkosten oder Rüstzeiten berücksichtigt, obwohl in der Realität nicht gerüstet wird.

2. Capacitated Lotsizing Problem (CLSP_{SPL})

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1.1.2.2

- a. Erläutern Sie das Modell CLSP_{SPL} und zeigen die Unterschiede zum Modell aus Aufgabe 1 auf.
- b. Benennen Sie die Vor- und Nachteile der SPL Formulierung.



3. ABC-Heuristik

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.2.2.1.2

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion' Aufgabe B3.6 Dynamische Losgrößenplanung mit Kapazitätsbeschränkungen, CLSP, ABC-Heuristik

- a. Beschreiben Sie den Ablauf der ABC-Heuristik.
- b. Erläutern Sie die Vorgehensweise anhand des Beispiels aus dem Übungsbuch.
- c. Berechnen Sie die Lösung mit dem **PMT**  und ermitteln Sie einen Datensatz, für den es keine Lösung gibt. Begründen Sie ihre Lösung.

4. MLCLSP –Mehrstufige kapazitierte Losgrößenplanung

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.3.1.2.1



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-405.html>

- a. Erklären Sie das Modell MLCLSP, insbesondere die Vorproduktbedarfe.
- b. Welche Bedeutung hat die Vorlaufzeit?
- c. Erläutern Sie die Unterschiede zum CLSP.

5. Modellerweiterungen am Beispiel paralleler Maschinen

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1.1.3.1

- a. Erweitern Sie das CLSP für den Fall mehrerer paralleler Maschinen (CLSP-PM).
- b. Erarbeiten Sie die Unterschiede zum CLSP.

Diskussionspunkte

- Modellannahmen
- Einsatzgebiet(e)
- Abgrenzung der Modelle



Sitzung 07: Losgrößenplanung II (CLSP-L, PLSP)

Lernziele

- Losgrößenplanung mit Rüstzustandsübertragung: CLSP-L
- Reihenfolgeabhängige Rüstzeiten
- Losgrößenplanung mit Rüstzustandsübertragung: PLSP
- Big bucket vs. small bucket Modelle

Problemstellung 1: Losgrößenmodelle mit Rüstzustandsübertragung (big bucket)

Aufgaben

1. Capacitated Lotsizing Problem (CLSP-L)

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1.1.3.2

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe B3.8: Dynamische Losgrößenplanung, CLSP-L, Übertragung des Rüstzustands



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-409.html>

- a. Erläutern Sie die Situationen, in denen ein Rüstzustand aus einer Periode in die nächste (oder übernächste, ...) übertragen werden kann.
- b. Formulieren Sie das Modell CLSP-L.
- c. Konstruieren Sie ein Beispiel, in dem das Modell CLSP keine zulässige Lösung findet, obwohl bei Übertragung des Rüstzustands eine solche existiert und stellen Sie die Lösung mit einem Gantt-Diagramm dar.

2. Capacitated Lotsizing Problem (CLSP-L) mit reihenfolgeabhängigen Rüstvorgängen

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1.1.3.3

Erläutern Sie das Modell mit reihenfolgeabhängigen Rüstvorgängen (CLSP-L- SD_{SPL} , Terme, Funktionsweisen etc.).

Diskussionspunkte

- Rüstzustandsübertragung
- Reihenfolgeabhängigkeit der Rüstzeiten



Problemstellung 2: Losgrößenmodelle mit Rüstzustandsübertragung (small bucket)

Aufgaben

1. Proportional Lotsizing and Scheduling Problem (PLSP)

Literatur:

Lehrbuch 'Produktionsplanung', Abschnitt C.2.1.2.1

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe B2.3: Dynamische Losgrößen- und Reihenfolgeplanung, Modell PLSP

- Formulieren Sie detailliert das Modell PLSP (Terme, Funktionsweisen etc.).
- Erklären Sie die Unterschiede zwischen dem PLSP und dem CLSP-L bezüglich folgender Merkmale:
 - Periodenlänge
 - Anzahl Produkte, die in einer Periode produziert werden
 - Anzahl Variablen
 - Rechenaufwand
 - Veränderbarkeit der Lösung
(Produktionsreihenfolge der Produkte innerhalb einer Periode)
 - Umsetzung einer Lösung in einen Ablaufplan
- Berechnen Sie für das Beispiel aus dem Übungsbuch und einen weiteren Datensatz mit dem **PMT**  die exakte Lösung (MIP) des PLSP und führen Sie für die ausgewählten Beispiele Sensitivitätsanalysen durch.

2. PLSP mit reihenfolgeabhängigen Rüstvorgängen

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.1.2.1, S. 68–69

- Ergänzen Sie das Modell PLSP um die Möglichkeit, reihenfolgeabhängige Rüstzeiten zu berücksichtigen.
- Erklären Sie die Unterschiede in der Modellierung von reihenfolgeabhängigen Rüstzeiten beim CLSP-L.

Diskussionspunkte

- Modellannahmen
- Einsatzgebiete
- Abgrenzung und Anwendungsbeispiele für CLSP-L / PLSP
- Länge der Planungsperioden
- Anzahl der Rüstvorgänge pro Periode
- Sensitivitätsanalyse

3. Verfahren von Sahling zur heuristischen Lösung des PLSP

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt C.2.2.1.2
Erläutern Sie das Verfahren von Sahling

Diskussionspunkte

- MIP-basierte Heuristiken
- Dekomposition
- Submodelle



Sitzung 08: Ressourceneinsatz- und Ablaufplanung (RCPSP, NEH)

Lernziele

- MPM-Netzplantechnik ohne Kapazitätsbeschränkungen
- Resource-constrained project scheduling problem (RCPSP)
- Modellstruktur des RCPSP und Lösungsmöglichkeiten

Problemstellung 1: Durchlaufterminierung

Aufgabe

MPM-Netzplantechnik mit unbegrenzten Ressourcen

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 11.1.4.2

- a. Erklären Sie Berechnungsformeln der MPM-Netzplantechnik.
- b. Führen Sie die Durchlaufterminierung an einem Beispiel durch und überprüfen Sie das Ergebnis mit dem **PMT** .
- c. Was geschieht bei der Verwendung von Mindestabständen?

Diskussionspunkte

- Woher stammen die in der Terminplanung verwendeten Daten?
- Wozu sollten Mindestabstände in der Durchlaufterminierung verwendet werden?

Problemstellung 2: Resource-constrained project scheduling problem (RCPSP)

Aufgaben

1. Terminplanung, Projektplanung (Werkstattfertigung)

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 11.1.4.1

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe B4.2: Kapazitätsorientierte Terminplanung, RCPSP, exakte Lösung



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-151.html>

Erklären Sie Zielfunktion und die Nebenbedingungen des Modells RCPSP (Terme, Funktionsweise etc.).

2. Paralleles Prioritätsregelverfahren

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe B4.4: Kapazitätsorientierte Terminplanung (RCPSP), Prioritätsregelverfahren

- a. Erläutern Sie die einzelnen Schritte und den Ablauf des Verfahrens.
- b. Berechnen Sie für das Beispiel und einen weiteren Datensatz die Lösung mit der Heuristik des **PMT**  und vergleichen Sie diese jeweils mit der exakten Lösung (MIP) des **PMT** .

Diskussionspunkte

- Auswahlkriterien für die Prioritätsregeln?
- Problemkomplexität in der Praxis?



Problemstellung 3: Ablaufplanung

Aufgaben

1. Grundlagen der Ablaufplanung

Literatur:

Hax/Candea (1984), Abschnitt 5.5.2.1, S. 277–279

Küpper/Helber (2004), S. 218–219

Küpper/Helber (2004), Abschnitt 6.4.2.3.

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe B4.5: Ablaufplanung an einer Maschine bei reihenfolgeabhängigen Umrüstzeiten, TSP

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe B4.6: Ablaufplanung bei zweistufiger Produktion, Johnson-Verfahren



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-457.html>



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-Johnson.html>



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-456.html>

Erstellen Sie eine Übersicht über Heuristiken für die Ablaufplanung für

- Ein-Maschinen-Probleme
- Flow-Shop-Probleme
- Job-Shop-Probleme

2. NEH-Heuristik



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-456.html>

- Erläutern Sie das Verfahren von Nawaz, Ensore und Ham (NEH-Heuristik) anhand eines Beispiels.
- Berechnen Sie die Lösung des Beispiels mit dem **PMT** .
- Berechnen Sie die Lösung eines Beispiels mit mind. 10 Aufträgen und 8 Maschinen mit dem **PMT** .

Diskussionspunkte

- Lösungsgüte
- Rechenzeit



Sitzung 09: Einlastungsplanung - Mixed-Model Assembly Line Sequencing (MMS) / Instandhaltungsplanung

Lernziele

- Mixed-model assembly line sequencing
- Probleme Instandhaltungsplanung, insbes. optimales Instandhaltungsintervall

Problemstellung 1: Ablaufplanung bei getakteter Fließproduktion

Aufgaben

1. Vogel'sche Approximationsmethode

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics, Abschnitt 13.1, S. 281–283

Übungsbuch 'Produktion und Logistik', Aufgabe E12.1

- a. Erklären Sie die Vogel'sche Approximationsmethode anhand eines Beispiels.
- b. Berechnen Sie die Lösung Ihres Beispiels mit dem **PMT** .

2. Mixed-Model Sequencing Problem (MMS)

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 11.2.3.2

- a. Erläutern Sie das Mixed-Model Sequencing Problem.
- b. Erklären Sie Zielfunktion und die Nebenbedingungen des Modells MMS.
- c. Wann führt Abschwimmen eines Werkers zu Problemen?

3. Heuristisches Lösungsverfahren für das MMS

Literatur:

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 11.2.3.3

Gujjula et al. (2011)

- a. Erläutern Sie das heuristische Verfahren zur Lösung des Modells MMS.
- b. Berechnen Sie die Lösung eines Beispiels mit dem **PMT** .

Problemstellung 2: Vorbeugende Instandhaltung

Aufgaben

Optimales Instandhaltungsintervall

Literatur:

Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe A5.1: Vorbeugende Instandhaltung

- a. Erläutern Sie den Ansatz zur Bestimmung des optimalen Instandhaltungsintervalls
- b. Berechnen Sie für mindesten zwei Beispiele mit mindestens sechs Stützstellen der Lebensdauerverteilung das optimale Instandhaltungsintervall mit dem **PMT** .

Diskussionspunkte

- Instandhaltungsstrategien
- Abschwimmen, Aufholen, Springereinsatz
- Verfügbarkeit
- Lebensdauer, Restlebensdauer
- Instandhaltungsstrategien
- Optimales Instandhaltungsintervall



Sitzung 10: Bestandsmanagement (einstufig)

Lernziele

- Bestandsursachen
- Modellierung der Zeitachse in Lagerhaltungsmodellen
- Nachfrage im Risikozeitraum
- Einfluss der Unsicherheit auf den Aufbau von Beständen
- Bestimmung der optimalen Parameterwerte für eine (s, q)-Politik
- Bestimmung der Fehlmenge
- Bestimmung der optimalen Parameterwerte für eine (r, S)-Politik
- Länge des Risikozeitraums

Problemstellung 1: Grundlagen des Bestandsmanagements

Aufgaben

1. Bestandsarten

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt A.4.1
Erklären Sie die unterschiedlichen Bestandsarten

2. Ablauf von Lagerprozessen

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt A.4.2
Beschreiben Sie den zeitlichen Ablauf eines Lagerprozesses in einem Auslieferungslager.

Diskussionspunkte

- Zeitachse: kontinuierlich vs. diskret
- Bestandserfassung

3. Leistungskriterien

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt A.4.3
Beschreiben Sie die verschiedenen lagerbezogenen Leistungskriterien: α -Servicegrad, β -Servicegrad, γ -Servicegrad und Lieferzeit eines Kundenauftrags anhand eines Beispiels.

4. Berechnung der Nachfragemenge im Risikozeitraum

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt A4.4, A.4.5 und Anhang
Übungsbuch 'Analytics in SCM und Produktion', Aufgabe C1.3 Nachfragemenge in der Wiederbeschaffungszeit und Aufgabe C3.2 Sicherheitsbestand gemessen in der Anzahl von Periodennachfragemengen

- a. Erläutern Sie die Vorgehensweise für normalverteilte Periodennachfrage, gamma-verteilte Periodennachfrage und diskrete Nachfrageverteilungen.
- b. Erklären Sie, warum die Nachfrage in der Wiederbeschaffungszeit in der Regel nicht normalverteilt ist.
- c. Erzeugen Sie mit dem **PMT**  beispielhaft Verteilungen, die mit einer Normalverteilung nicht nachgebildet werden kann.
- d. Erklären Sie, warum die Bestandsreichweite keine geeignete Kennziffer für die Unsicherheit in der Nachfrage ist.



Problemstellung 2: (s, q)-Politik

Aufgaben

1. (s, q)-Politik mit periodischer Bestandsüberwachung

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt C.1.1.2 (und C.1.1.1 für die Grundlagen)

- Beschreiben Sie den Ablauf des Lagerprozesses bei Anwendung der (s, q)-Politik mit periodischer Bestandsüberwachung anhand einer Grafik.
- Erläutern Sie den Begriff 'Defizit' bzw. 'undershoot' anhand der Grafik.
- Erläutern Sie die Berechnung des Bestellpunkts unter Berücksichtigung der periodischen Lagerüberwachung für den Fall einer Normalverteilung allgemein.
- Berechnen Sie ein numerisches Beispiel mit dem PMT .
- Nutzen Sie die Simulation im PMT  und zeigen Sie, dass bei einer Modellierung des Prozesses mit kontinuierlicher Bestandsüberwachung der angestrebte Servicegrad nicht erreicht wird.

2. Simultane Optimierung von s und q

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt C.1.1.3

Erläutern Sie das Optimierungsmodell SQ_{β} zur Bestimmung der optimalen Werte von s und q.

Problemstellung 3: (r, S)-Politik

Aufgaben

1. (r, S)-Politik

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt C.1.2

- Beschreiben Sie den Ablauf des Lagerprozesses bei Anwendung der (r, S)-Politik.
- Erläutern Sie die Vorgehensweise zur Bestimmung des optimalen Wertes von S.

2. Vergleich von (s, q)-Politik und (r, S)-Politik

- Berechnen Sie mit identischen Daten mit dem PMT  die relevanten Kennzahlen für die (s, q)-Politik und (r, S)-Politik.
- Erklären Sie, wann der Einsatz der (s, q)-Politik und wann der Einsatz der (r, S)-Politik in der Praxis sinnvoll/notwendig ist.

Diskussionspunkte

- Zeitachse: kontinuierlich, diskret
- Kritik an der Kennziffer Bestandsreichweite
- Risikozeitraum
- Sicherheitsbestand
- Lagerüberwachung
- Defizit
- Kosten der Lagerhaltungspolitiken
- Praxiseinsatz



Sitzung 11: Bestandsmanagement (mehrstufig) / Grundlagen der stochastischen Losgrößenplanung

Lernziele

- Bullwhip-Effekt
- Servicegrade unter dynamischen Bedingungen
- Reaktionsstrategien
- Datensituation
- Grundmodell mit Fehlbestandskosten

Problemstellung 1: Mehrstufiges Bestandsmanagement

Aufgabe

Bullwhip-Effekt

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Abschnitt D.2
Erläutern Sie den Bullwhip-Effekt.

Diskussionspunkte

- Verstärkung der Varianz
- Einflussfaktoren

Problemstellung 2: Servicegrade unter stochastischen Bedingungen

Aufgabe

Produktionszyklusorientierte Leistungskriterien

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt D.2, S. 190–194
Erläutern Sie die verschiedenen Varianten des α - und des β -Servicegrades und stellen Sie die Unterschiede zu den Leistungskriterien im Bestandsmanagement heraus.

Problemstellung 3: Reaktionsstrategien unter stochastischen Bedingungen

Aufgabe

Reaktionsstrategien

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt D.2, S. 194–195
a. Erläutern Sie die verschiedenen Reaktionsstrategien.
b. Zeigen Sie deren Vor- und Nachteile auf.



Problemstellung 4: Verlustfunktion 1. Ordnung

Aufgabe

First-Order Loss Function

Literatur:

Lehrbuch 'Analytics im Bestandsmanagement', Anhang 1

Implementieren Sie die First-Order Loss Function für normalverteilte Nachfrage in MS-Excel.

Problemstellung 5: Datensituation unter stochastischen Bedingungen

Aufgabe

Dynamischen Losgrößenmodelle mit stochastischer Nachfrage: Datensituation

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt D.4

- a. Erläutern Sie das stochastische unkapazitierte Einprodukt-Losgrößenmodell mit Fehlbestandskosten $SSIULSP_{\pi}$.
- b. Erarbeiten Sie an diesem Modell die Annahmen und die Daten für dynamische Losgrößenmodelle mit stochastischer Nachfrage.



Sitzung 12: Stochastischen Losgrößenplanung

Lernziele

- Modelle mit Fehlbestandskosten
- Modelle mit Servicegrad

Problemstellung 1: Static Uncertainty Strategy mit Fehlbestandskosten

Aufgabe

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt D.4.1.1

- a. Erläutern Sie das Modell.
- b. Beschreiben Sie detailliert die Vorgehensweise zur Lösung des Modells.
- c. Rechnen Sie die Werte 297.31 und 420.02 aus Tabelle D.14 in Lehrbuch 'Production Analytics' nach.

Diskussionspunkte

- Berechnung der kumulierten Produktionsmengen
- Berechnung der Kosten

Problemstellung 2: Static Uncertainty Strategy mit β_c -Servicegrad

Aufgaben

1. Kürzeste-Wege-Modell

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt D.4.1.2.3

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 12.3

- a. Erläutern Sie das Modell. Verwenden Sie eine geeignete Zeitachse, um die verschiedenen Bestandsvariablen des Modells anzuordnen.
- b. Benennen Sie alternative Lösungsmöglichkeiten.

2. Heuristische Lösung

Literatur:

Lehrbuch 'Production Analytics', Abschnitt D.4.1.2.3.3

Lehrbuch 'Supply Chain Analytics', Abschnitt 12.3



<https://www.pom-consult.de/supply-chain-analytics/produktionundlogistik-SilverMealStochastisch.html>

- a. Erläutern Sie die (modifizierte) Silver-Meal-Heuristik.
- b. Erläutern Sie die einzelnen Rechenschritte im Silver-Meal-Verfahren bei stochastischer Nachfrage.
- c. Berechnen Sie für mehrere Datenkonstellationen eine Lösung mit dem **PMT** .

Diskussionspunkte

- Fehlbestand am Periodenanfang, nach der Produktion und am Periodenende
- modifiziertes Silver-Meal-Kriterium
- Kostenberechnung