

Benutzerhandbuch zur Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Fließproduktion Klassisches Losgrößenmodell, Mehrproduktproduktion

Aktueller Stand: 7. Juni 2015

Pilar Wagner
Tobias Eichinger
Timo Denzin
Daniel Sonnleitner
Christiane Arnold

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	I
1 Einführung	1
1.1 Klassisches Losgrößenverfahren	1
1.2 Mehrproduktproduktion	1
2 Installation	2
3 Programmablauf	3
3.1 Allgemein	3
3.1.1 Programmeingaben	3
3.1.2 Allgemeine Dialoge	6
3.2 Klassische Losgrößenberechnung	7
3.3 Mehrprodukt-Losgrößenplanung	8
Verzeichnisse	11
I Literaturverzeichnis	11
II Abbildungsverzeichnis	12
III Tabellenverzeichnis	13
IV Abkürzungsverzeichnis	14
Anhang	I
I Beispielimport	I
I.1 Format	I
I.2 Beispiel: Fallstudie Tempelmeier	I

1 Einführung

Das vorliegende Dokument beschreibt die Handhabung und Funktionsweise der Software Proportional Lotsizing and Scheduling Problem (PLSP) zur Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Fließproduktion.

Das Tool wurde im Rahmen des Projektstudium 1 (Hauptseminar 1) im Masterstudiengang Informatik bei Herrn Professor Dr.-Ing. Frank Herrmann entwickelt und soll den Studenten eine Möglichkeit bieten, das im Buch „Produktion und Logistik“ von Günther und Tempelmeier (S. 238-246) gezeigte Verfahren zur Losgrößen- und Ressourceneinsatzplanung bei Fließproduktion nachzuvollziehen. Implementiert wurden das klassische Losgrößenverfahren in direktem Vergleich zur Mehrproduktproduktion.

1.1 Klassisches Losgrößenverfahren

Das klassische Losgrößenverfahren betrachtet jeweils ein auf einer Produktionsanlage hergestelltes Produkt. Die Berechnung der optimalen Losgröße, sowie des optimalen Produktionszyklus für die einzelnen Produktvarianten mit Hilfe des klassischen Losgrößenverfahrens bei der Herstellung mehrerer Varianten dieses Produkts nacheinander in diesem Produktionssegment führt aufgrund einer isolierten Betrachtung der einzelnen Produkte zu zeitlichen Überschneidungen der Produktionsaufträge. Eine Fallstudie zu diesem Verfahren ist in [GüTe09] verfügbar.

1.2 Mehrproduktproduktion

Das Problem der Überschneidungen von Produktionsaufträgen bei der Mehrproduktproduktion auf einer Anlage lässt sich durch die Bestimmung eines für alle Produkte einheitlichen gemeinsamen Produktionszyklus vermeiden. Die Aufgabe dieses Verfahrens ist die Bestimmung eines solchen gemeinsamen Produktionszyklus, sowie die daraus resultierende Berechnung der optimalen Losgröße je Produkt. Eine Fallstudie zu diesem Verfahren ist in [GüTe09] verfügbar.

2 Installation

Das Tool benötigt das Java Runtime Environment (JRE). Hierfür ist eine funktionierende JRE Installation (Java 8). Gestartet wird das Tool durch Doppelklick auf die in dem Ordner xx liegende xxx.jar Datei.

3 Programmablauf

Im Folgenden soll der komplette Programmablauf mit all den möglichen Funktionen erläutert werden.

3.1 Allgemein

Das Tool enthält einige Komponenten/Abläufe, welche im Programm an mehreren Stellen in gleicher Weise auftreten.

3.1.1 Programmeingaben

Die Eingabe der Programmparameter erfolgt in Tabellenform (siehe Abbildung 1 a). Hierbei entspricht jede Zeile einem Produkt mit den zugehörigen Parametern (Spalten). Die Produkte werden zur Identifizierung in den beiden Verfahren automatisch mit einem fortlaufendem Index k (erste Spalte) belegt. Zur Durchführung der beiden Verfahren werden dabei pro Produkt folgende Parameter benötigt:

- Nachfragerate D
- Produktionsrate p
- Rüstzeit τ
- Rüstkostensatz s
- Lagerkostensatz h

Hinweise zu den einzelnen Eingabeparametern können der Erklärkomponente im unteren Teil der Benutzeroberfläche (siehe Abbildung 1 h), sowie dem der Tabelle hinterlegten Tooltip entnommen werden.

Zur Eingabe von Werten für die benötigten Programmparameter sind folgende Optionen vorgesehen:

- Händische Eingabe der Programmparameter
- Import der Programmparameter
- Laden von Testdaten

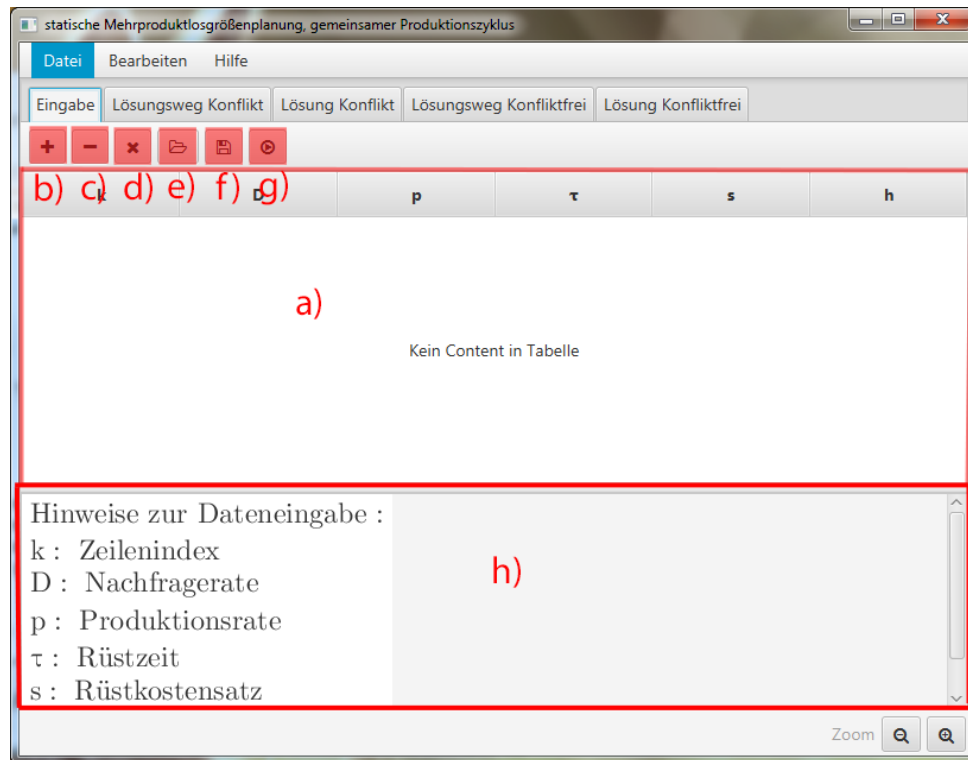


Abbildung 1: Startseite des Programms/Benutzereingabe

Händische Eingabe der Programmparameter:

Für das **Hinzufügen von Produkten** muss zuerst durch einen einfachen Klick auf das “+“-Symbol (siehe Abbildung 1 b) in der Toolleiste oberhalb der Tabelle (siehe Abbildung 1) eine neue Zeile hinzugefügt werden. Jede neu eingefügte Zeile wird automatisch mit einem nicht veränderbaren Zeilenindex k belegt. Durch Doppelklick auf die einzelnen Spalten können Werte hinzugefügt werden. Eine Alternative zum Hinzufügen einer neuen Zeile über das “+“-Symbol stellt der Eintrag “Hinzufügen“ im Menüreiter “Bearbeiten“ bereit.

Zum **Löschen von Produkten** aus der Tabelle muss die entsprechende Tabellenzeile zuerst markiert sein. Durch anschließendes Klicken auf das “-“-Symbol (siehe Abbildung 1 c) wird die Zeile aus der Tabelle entfernt. Sollte zum Zeitpunkt des Klicks keine Zeile markiert sein wird dies dem Benutzer durch einen Warndialog, dargestellt in Abbildung 2, mitgeteilt. Eine Alternative zum Löschen einer Zeile über das “-“-Symbol stellt der Eintrag “Löschen“ im Menüreiter “Bearbeiten“ bereit.

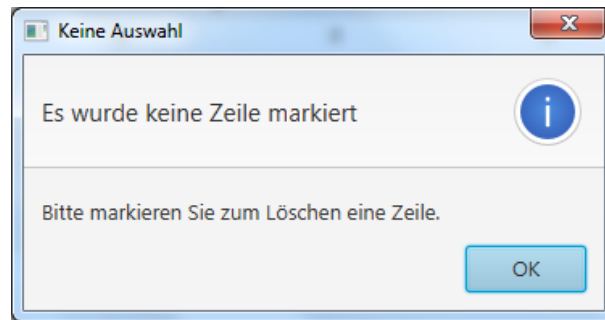


Abbildung 2: Warnhinweis: Keine Zeilenauswahl

Das **Löschen der gesamten Tabelleninhalte** ist durch Klick auf das "X"-Symbol (siehe Abbildung 1 d) möglich. Bevor die gesamten Tabelleninhalte gelöscht werden, wird der Benutzer zu einer Bestätigung der gewünschten Aktion durch einen entsprechenden Dialog (siehe Abbildung ??) angehalten. Mit Klick auf den "Abbrechen"-Button wird die Aktion abgebrochen und die Daten nicht gelöscht. Eine Alternative zum Löschen sämtlicher Tabelleninhalte über das "X"-Symbol stellt der Eintrag "Alles Löschen" im Menüreiter "Bearbeiten" bereit.

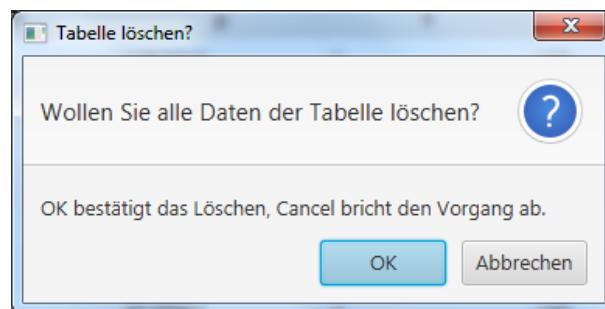


Abbildung 3: Warnhinweis: Alle Daten löschen

Import der Programmparameter:

CSV-Dateien, welche bereits aus der Applikation exportiert wurden, können durch Klick auf das Ordner-Symbol (siehe Abbildung 1 e) ausgewählt und im nächsten Schritt importiert werden. Sollten bereits Daten in der Tabelle eingetragen sein, so wird der Benutzer gefragt ob die Daten überschrieben werden sollen. Eine Alternative Aufrufmöglichkeit besteht in der Menüleiste unter "Datei".

Das **Exportieren von Eingabeparametern** wird durch Klick auf das "Speichern"-Symbol (siehe Abbildung 1 f) ausgelöst. Nach Auswahl eines geeigneten Speicherorts wird die Tabelle im CSV-Format abgespeichert. Eine Alternative Aufrufmöglichkeit besteht in der Menüleiste unter "Datei".

Laden von Testdaten:

Um sich einen schnellen Überblick über die Anwendung und die in ihr vorgestellten Verfahren verschaffen zu können, ist es möglich Testdaten zu importieren. Hierfür muss im Menüeintrag "Datei" auf "Testdaten laden" geklickt werden. Die Testdaten entsprechen den Daten aus der in [GüTe09] vorgestellten Fallstudie.

Starten der Berechnung:

Das Starten der Berechnung wird durch einen Klick auf das "Berechnen"-Symbol (siehe Abbildung 1 g) gestartet. Um die Berechnung erfolgreich durchführen zu können ist es notwendig, dass alle Eingabeparameter mit einem Wert größer Null belegt sind. Ist dies nicht der Fall, wird der Benutzer durch einen Dialog aufgefordert die fehlenden Werte zu ergänzen (siehe Abbildung ??).

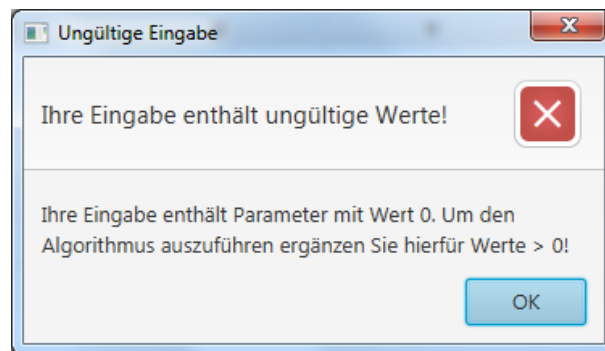


Abbildung 4: Warnhinweis: Ungültig Eingabewerte

3.1.2 Allgemeine Dialoge

Im nachfolgenden werden die Dialoge, welche über den gesamten Programmablauf hinweg genutzt werden können, erläutert.

Einstellungen:

Die Einstellungen sind über den Menüreiter "Datei" erreichbar. Von hier aus kann das Programm bezüglich den darzustellenden Nachkommastellen und der Farbeinstellungen angepasst werden (siehe Abbildung 3). Durch Bestätigen der Änderungen über den "Speichern"-Button oder mit der Enter-Taste werden die geänderten Werte übernommen.

Die **Eingabe der Nachkommastellen** bewirkt eine Anpassung der Nachkommastellen bei sämtlichen Zahlen innerhalb der Applikation. Während die Berechnung mit den Originalzahlen durchgeführt wird, wird die Darstellung durch Runden auf die gewünschten Anzahl Nachkommastellen verändert.

Eine **Anpassung der Farbeinstellungen** kann durch Setzen, bzw. Entfernen des Häkchens “Schwarz/Weiß” vorgenommen werden. Während zu Lernzwecken der Schwarz/Weiß-Modus deaktiviert bleiben sollte, um eine farbliche Zuordnung der einzelnen Eingabeparameter zu den in den Formeln eingesetzten Werten zu erhalten, bietet die Aktivierung des Schwarz-Weiß-Modus einen stärkeren Kontrast und ist für den Einsatz des Tools mit Beamer geeignet.

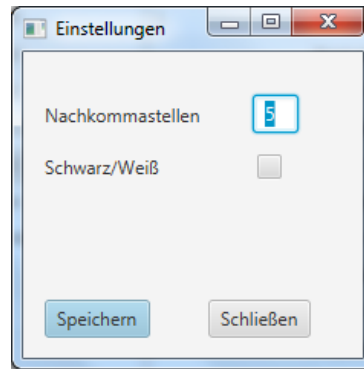


Abbildung 5: Einstellungen

Zoomfunktionen:

Die Zoomfunktion wird durch die beiden Lupen-Buttons im unteren rechten Eck der Applikation realisiert (siehe Abbildung ??), wobei “+“ für hinein- und “-“ für herauszoomen steht. Hierbei werden alle Applikationselemente vollständig vergrößert bzw. verkleinert, wodurch die Applikation auch aus größerer Entfernung, wie z.B. bei Einsatz eines Beamers gut erkennbar ist.

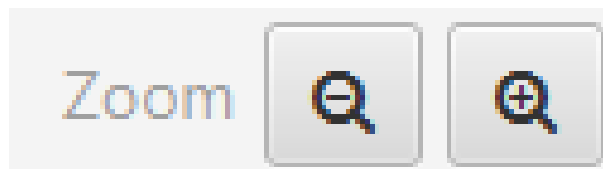


Abbildung 6: Zoomfunktionen

3.2 Klassische Losgrößenberechnung

Die Lösungswerte der klassischen Losgrößenberechnung werden mit Hilfe der Formeln aus [GüTe09] berechnet. Bei der Parametereingabe sind keine Spezialfälle zu berücksichtigen, da die Eingabeparameter bei der klassischen Losgrößenberechnung denen der Mehrproduktlosgrößenplanung entsprechen.

Die Darstellung der Lösungswerte erfolgt im Reiter “Lösungsweg Konflikt“. Die Benutzeroberfläche lässt sich bei diesem Verfahren wie folgt gliedern:

- Tabelle mit den Lösungswerten für die optimale Losgröße, sowie der daraus resultierenden Produktionsdauer der einzelnen Produkte (siehe Abbildung 4 a)
- Tabelle mit Produktionsablauf (siehe Abbildung 4 b)
- Darstellung der Berechnung der einzelnen Lösungswerte in der Erklärkomponente (siehe Abbildung 4 c)

Hinweise zu den einzelnen Spalten werden in der jeweiligen Tabelle als Tiptool angezeigt. Die Darstellung der Berechnung in der Erklärkomponente wird durch das einfache Klicken auf eine Zeile einer Tabelle ausgelöst. Innerhalb einer Tabelle kann mit den Pfeiltasten der Tastatur navigiert werden. Für die Darstellung der Berechnung einzelner Lösungswerte wird zuerst die allgemeine Lösungsformel und anschließend mit den eingesetzten, konkreten Werten für das gewählte Produkt angezeigt. Hierbei lässt sich eine farbliche Zuordnung der konkreten, eingesetzten Werte zu den in der Formel verwendeten Variablen herstellen, sofern der Schwarz-Weiß-Modus nicht aktiviert ist (siehe Einstellungen, Kapitel 3.1.2).

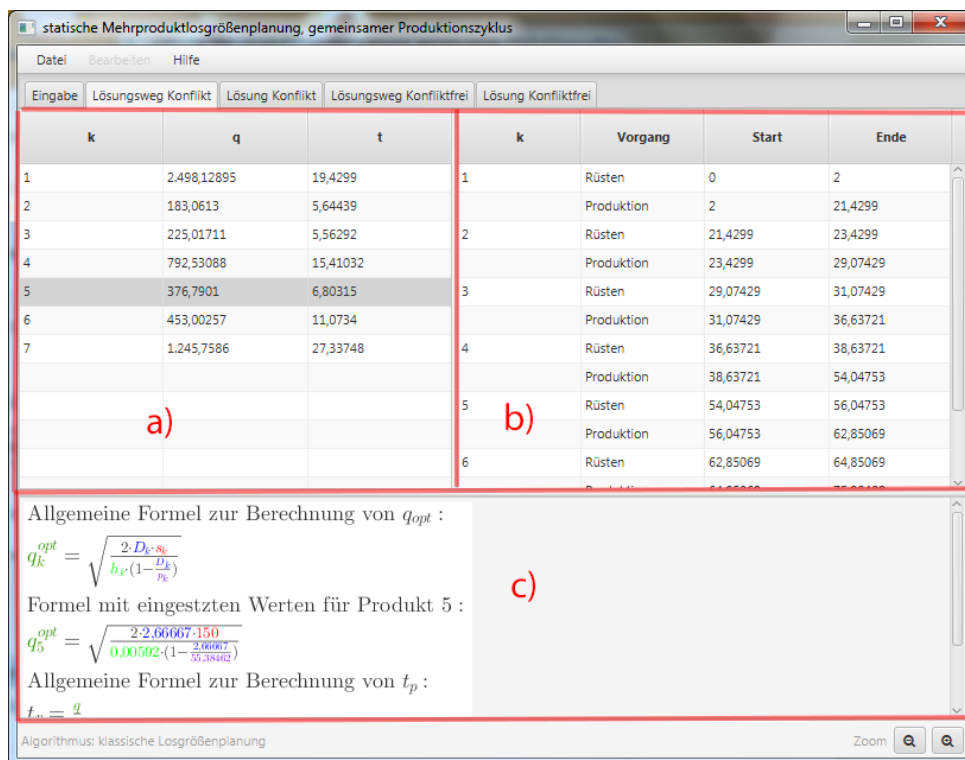


Abbildung 7: Klassisches Losgrößenverfahren- Darstellung der Lösungswerte

Das in Reiter "Lösung Konflikt" dargestellte Gantt Chart (siehe Abbildung x) stellt eine graphische Aufarbeitung des Produktionsablauf aus Reiter "Lösungsweg Konflikt" dar, wobei auf der x-Achse die Zeit und auf der y-Achse die Produktindizes aufgetragen sind.

Durch Klicken auf das Diagramm und ziehen der Maus nach rechts wird der ausgewählte Bereich vergrößert, was zu einer Detailansicht dieses Bereichs führt. Dies kann beliebig

oft wiederholt werden um somit in sehr kleine Bereiche hineinzuzoomen. Durch Klicken auf das Diagramm und ziehen der Maus nach links zeigt das Diagramm wieder den Originalbereich an.

Abbildung Gantt Chart einfügen!

3.3 Mehrprodukt-Losgrößenplanung

Ebenso wie die Lösungswerte der klassischen Losgrößenberechnung werden die Lösungswerte der Mehrprodukt-Losgrößenplanung mit Hilfe der Formeln aus [GüTe09] berechnet. Als Eingangsparameter für dieses Verfahren werden die Eingabeparameter im Reiter “Eingabe“ verwendet. Es sind keinerlei Anpassungen zu machen.

Es ist bei diesem verfahren zu beachten, dass der berechnete optimale gemeinsame Produktionszyklus größer oder gleich dem berechneten minimalen Produktionszyklus sein muss. Ist dies nicht der Fall, wird der Benutzer nach Start der Berechnung darauf hingewiesen und dazu aufgefordert die Benutzereingabe dementsprechend anzupassen. Es erfolgt in diesem Fall keine Anzeige der Lösungswerte.

Nach erfolgreicher Berechnung erfolgt die Darstellung der Lösungswerte im Reiter “Lösungsweg Konfliktfrei“, da dieses Verfahren zu einem überschneidungsfreien und somit ausführbarem Produktionsablaufplan führt. Die Benutzeroberfläche lässt sich bei diesem Verfahren wie folgt gliedern:

- Allgemeine Lösungsformeln zur Berechnung des optimalen, gemeinsamen sowie des minimalen Produktionszyklus (siehe Abbildung 5 a)
- Tabelle mit den Lösungswerten für die optimale Losgröße, sowie der daraus resultierenden Produktionsdauer der einzelnen Produkte (siehe Abbildung 5 b)
- Tabelle mit Produktionsablauf (siehe Abbildung 5 c)
- Darstellung der Berechnung der einzelnen Lösungswerte in der Erklärkomponente (siehe Abbildung 5 d)

Hinweise zu den einzelnen Spalten werden in der jeweiligen Tabelle als Tiptool angezeigt. Die Darstellung der Berechnung in der Erklärkomponente und die Navigation innerhalb der Tabellen erfolgt wie beim klassischen Losgrößenverfahren.

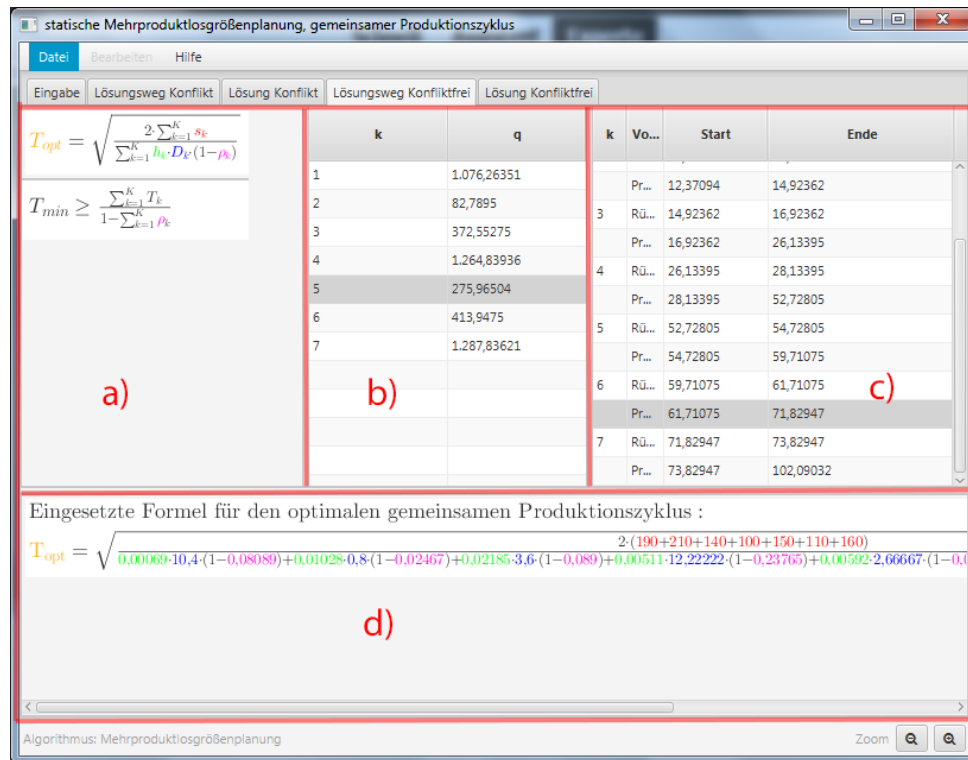


Abbildung 8: Mehrprodukt-Losgrößenplanung - Darstellung der Lösungswerte

Das in Reiter "Lösung Konfliktfrei" dargestellte Gantt Chart (siehe Abbildung 6) ähnelt dem aus dem mit dem klassischen Losgrößenverfahren berechneten Gantt Chart in Reiter "Lösung Konflikt". Hierbei ist jedoch zu erkennen, dass bei diesem Verfahren keine Überschneidung der einzelnen Produkte vorliegen.

Die Bedienung des Diagramms kann wie bei dem klassischen Losgrößenverfahren vorgenommen werden.

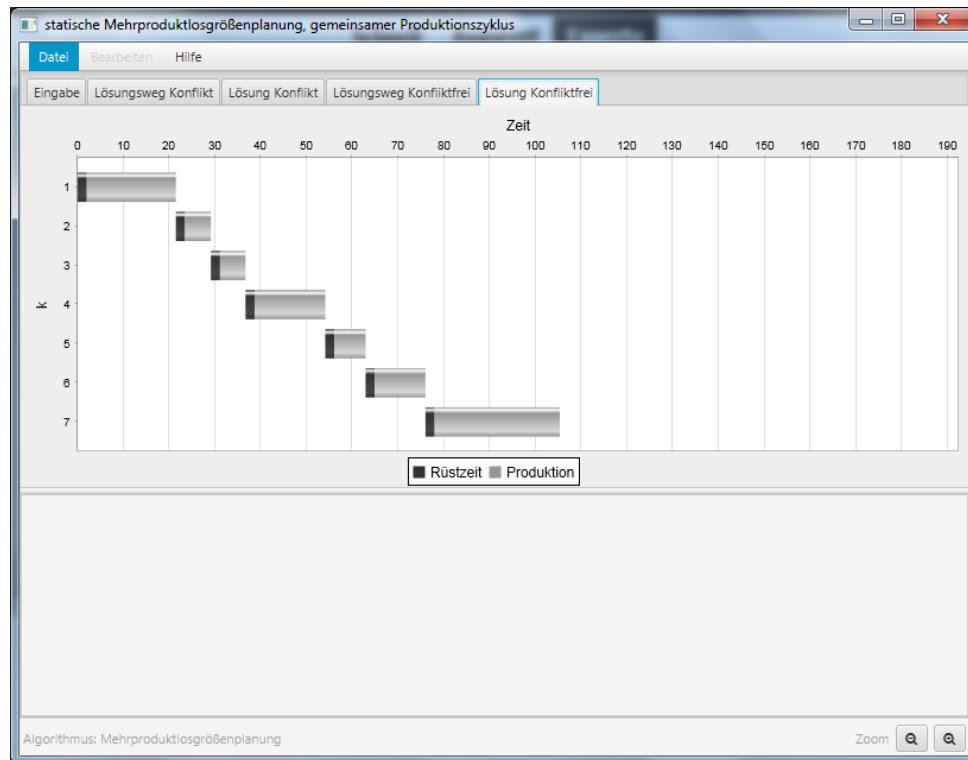


Abbildung 9: Gantt Chart- Graphische Darstellung der Lösungswerte der Mehrprodukt-
Losgrößenplanung

Verzeichnisse

I Literaturverzeichnis

- [GüTe09] Hans-Otto Günther und Horst Tempelmeier. *Produktion und Logistik*. Berlin [u.a.]: Springer, 2009 (siehe S. 1, 5, 7 f., I f.).

II Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Benutzereingabe	4
Abbildung 2 Keine Zeilenauswahl	5
Abbildung 3 Einstellungen	6
Abbildung 4 Klassisches Losgrößenverfahren	8
Abbildung 5 Mehrprodukt-Losgrößenplanung	9
Abbildung 6 Gantt Chart Mehrprodukt-Losgrößenplanung	10
Abbildung 7 Daten aus [GüTe09]	II

III Tabellenverzeichnis

Tabelle 1	Daten aus [GüTe09]	I
-----------	------------------------------	---

IV Abkürzungsverzeichnis

JRE Java Runtime Environment.

PLSP Proportional Lotsizing and Scheduling Problem.

Anhang

I Beispielimport

Das hier aufgelistete Beispiel kann wie in Kapitel 3.1.1 erklärt, über den Menüeintrag “Datei“ importiert werden.

I.1 Format

Das Format der in den CSV-Dateien gespeicherten Produkte ist zweckmäßig gehalten. Die Werte aller Variablen eines Produkts befinden sich in derselben Zeile. Die Anzahl der Zeilen entspricht somit der Anzahl der zu importierenden Produkte. Die Reihenfolge der Variablenwerte pro Produkt ist folgende:

- Zeilenindex k
- Nachfragerate D
- Produktionsrate p
- Rüstzeit τ
- Rüstkostensatz s
- Lagerkostensatz h

Die einzelnen Werte werden dabei jeweils durch ein Semikolon voneinander getrennt.

I.2 Beispiel: Fallstudie Tempelmeier

Folgende Daten wurden aus [GüTe09] entnommen:

k	D_k	p_k	τ_k	s_k	h_k
1	10.4	128.5714	2.0000	190	0.000689
2	0.8	32.43243	2.0000	210	0.010280
3	3.6	40.44944	2.0000	140	0.021853
4	12.22222	51.42857	2.0000	100	0.005105
5	2.666667	55.38462	2.0000	150	0.005920
6	4	40.90909	2.0000	110	0.004753
7	12.44444	45.56962	2.0000	160	0.003530

Tabelle 1: Daten aus [GüTe09]

Der Inhalt der CSV-Datei hierzu sieht folgendermaßen aus:

```
1;10.4;128.5714;2.0;190.0;6.89E-4
2;0.8;32.43243;2.0;210.0;0.01028
3;3.6;40.44944;2.0;140.0;0.021853
4;12.22222;51.42857;2.0;100.0;0.005105
5;2.666667;55.38462;2.0;150.0;0.00592
6;4.0;40.90909;2.0;110.0;0.004753
7;12.44444;45.56962;2.0;160.0;0.00353
```

Abbildung 10: Daten aus [GüTe09]