



PRODUKTIONS  
**PLANUNGSTOOL**

## INTEGRIERTE BETRIEBLICHE SYSTEME 2 (SS21)

**Prof. Dr.-Ing. Karl Robert Graf**

Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft

Minh Ngoc Pham (59864)

Luca Sollwedel (60942)

Sven Sieber (63303)

Julia Siebert (63465)

# Inhaltsverzeichnis

## Inhaltsverzeichnis

## Abbildungsverzeichnis

<b>1. Überblick</b>	<b>1</b>
<b>2. Sprachauswahl</b>	<b>1</b>
<b>3. Startseite</b>	<b>2</b>
3.1. Tutorial	2
<b>4. Upload der Periode/XML-Datei</b>	<b>3</b>
4.1 Zurücksetzen des Fortschrittes	3
<b>5. Dashboard</b>	<b>4</b>
5.1 Stammdaten	4
5.1.1 Mengenstückliste	4
5.1.2 Strukturstückliste	5
5.2 Periodenspezifische Daten	5
5.2.1 Lagerbestand	5
5.2.2 Warteschlangen	6
5.2.3 Eingehende Bestellungen	8
<b>6. Planung der Perioden</b>	<b>10</b>
6.1 Produktionsprogramm	10
6.1.1 Benötigte Daten	11
6.1.1.1 Prognose / Vertriebswunsch	11
6.1.1.2 Sicherheitsbestand	11
6.1.1.3 Lagerbestand am Ende der Vorperiode	12
6.1.1.4 Aufträge in der Warteschlange & Aufträge in Bearbeitung	12
6.1.2 Berechnung	12
6.2 Direktverkäufe	13
6.3 Disposition	13
6.3.1 Benötigte Daten	14
6.3.1.1 Zusammenhänge und Abhängigkeiten	15
6.3.2 Berechnung	15
6.4 Fertigungsreihenfolge	15
6.4.1 Losgrößensplitting	16
6.5 Arbeitskapazität	17
6.6 Materialplanung	18
<b>7. XML Export</b>	<b>20</b>
<b>8. Technologie</b>	<b>21</b>

# Abbildungsverzeichnis

Abbildung 2.1: Sprachauswahl	1
Abbildung 3.1: Buttons auf Startseite	2
Abbildung 3.2: Externe Quellen	2
Abbildung 4.1: Upload Seite	3
Abbildung 4.2: Zurücksetzen des Fortschrittes	3
Abbildung 5.1: Mengenstückliste	4
Abbildung 5.2: Strukturstückliste	5
Abbildung 5.3: Lagerbestand	6
Abbildung 5.4: Warteschlangen	7
Abbildung 5.5: Tabs Warteschlangen	7
Abbildung 5.6: Kapazität Warteschlangen pro Arbeitsplatz	8
Abbildung 5.7: Eingehende Bestellungen	9
Abbildung 6.1: Produktionsplanungsprozessschritte	10
Abbildung 6.2: Produktionsprogramm	10
Abbildung 6.3: Berechnung des Lagerbestands am Ende der Vorperiode	12
Abbildung 6.4: Berechnung der Produktionsmenge	13
Abbildung 6.5: Direktverkäufe	13
Abbildung 6.6: Disposition	14
Abbildung 6.7: Berechnung der Disposition	15
Abbildung 6.8: Fertigungsreihenfolge	16
Abbildung 6.9: Losgrößensplitting	16
Abbildung 6.10: Löschen von Teilaufträgen	17
Abbildung 6.11: Arbeitskapazität	18
Abbildung 6.12: Materialplanung	18
Abbildung 6.13: Materialplanung nach Eingabe der Bestellung	19

Abbildung 7.1: Download Seite	20
Abbildung 8.1: Technologie	21

# 1. Überblick

Unser Produktionsplanungstool ist das ideale Werkzeug für die Planung und Organisation von jeder Produktion. Es ermöglicht den gesamten Prozess, vom Erstellen des Produktionsprogramms, über die Kapazitätsplanung bis hin zum Einkauf umzusetzen, bleibt aber trotz aller Funktionalität leichtgewichtig und simpel zu benutzen.

Der modulare Aufbau und die einfache Navigation erlauben es zwischen den Schritten vor und zurück zu springen und machen das System so flexibel wie möglich.

Unter folgendem Link: <https://icylux.github.io/ProduktionsplanungsTool/index> können Sie unser Tool aufrufen und ausprobieren. In diesem Prototyp wurde beispielhaft die Produktion von Fahrrädern realisiert.

Dieses Handbuch erläutert die Funktionen und Features des Produktionsplanungstools.

## 2. Sprachauswahl

Unser Produktionsplanungstool lässt sich in zwei Sprachen bedienen, Deutsch und Englisch. Die Auswahl kann rechts in der primären Navigationsleiste getroffen werden. Für die deutsche Sprachausgabe wählen Sie „Deutsch“ beziehungsweise „German“ und für englische Sprachausgabe „Englisch“ beziehungsweise „English“, wie in der Abbildung 2.1 zu sehen.

Die Sprachen wird dabei in Echtzeit geändert, ohne dass die Seite neu geladen werden muss.

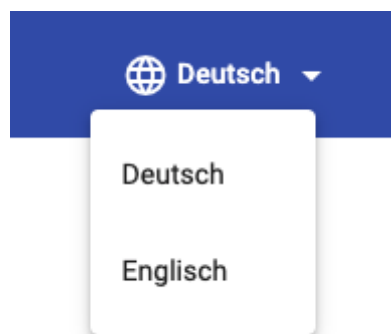


Abbildung 2.1: Sprachauswahl

### 3. Startseite

Auf der Startseite unserer Webanwendung findet der Nutzer alle wichtigen Punkte auf einen Blick. Er kann seine Planung direkt starten, sich zuerst mit den Stammdaten der Produktion und den Daten der letzten Periode beschäftigen oder sich mit Hilfe unserer externen Angebote weiterbilden und mit dem Tool vertrauter machen.



Abbildung 3.1: Buttons auf Startseite

Dazu zählen der Source Code unserer Anwendung, Tutorial Videos und das System Handbuch, das sie gerade lesen.



Abbildung 3.2: Externe Quellen

All diese Features sind auch über die primäre Navigationsleiste der Anwendung erreichbar.

#### 3.1. Tutorial

Um allen Nutzern einen möglichst einfachen Einstieg in die Nutzung der Anwendung und insbesondere des Produktionsplanungstools zu ermöglichen, wurden Tutorial-Videos aufgenommen. Diese erläutern kurz und kompakt die wichtigsten Features und Funktionen und können auf der Startseite unter den externen Quellen gefunden werden, sowie in der Navigationsleiste.

Der Planungsprozess wird durch das Abrufen und Abspielen der Videos nicht unterbrochen, sodass man auch im Prozess die Möglichkeit gibt zu pausieren und man somit sich das Vorgehen nochmals erklären lassen kann.

## 4. Upload der Periode/XML-Datei

Damit mit dem Produktionsplanungstool eine Periode optimal geplant werden kann, muss der Benutzer dem System die benötigten Daten in Form einer XML-Datei bereitstellen. Nach dem Hochladen der XML-Daten werden diese ausgelesen und als Datenobjekte in der Datenbank gespeichert.

Um Fehler durch den Benutzer zu vermeiden sind nur XML-Dateien zulässig. Dateien eines anderen Datentyps können zwar hochgeladen werden, werden aber nicht verarbeitet.

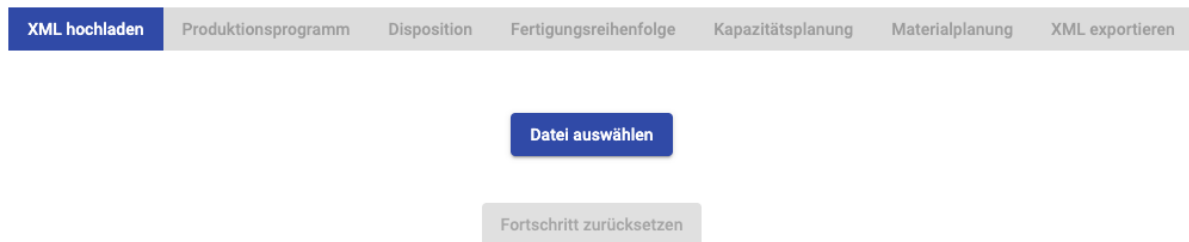


Abbildung 4.1: Upload Seite

### 4.1 Zurücksetzen des Fortschrittes

Nachdem die XML-Datei hochgeladen wurde, kann der Fortschritt der Planung jederzeit zurückgesetzt werden. Hierzu navigiert man zurück zum Tab "XML hochladen". Dies ist in jedem Schritt des Prozesses möglich.

Durch diese Aktion wird die Datenbank gelöscht und alle bereits eingegeben Daten werden zurückgesetzt.

Um den Prozess neu zu starten muss eine neue XML-Datei hochgeladen werden.

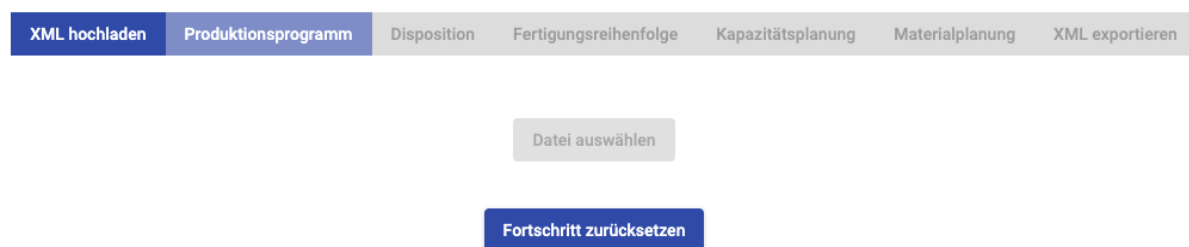


Abbildung 4.2: Zurücksetzen des Fortschrittes

## 5. Dashboard

Das Produktionsplanungssystem bietet ein Dashboard, welches Stammdaten enthält, die für die spätere Periodenplanung, sowie für die Kalkulationen im Produktionsprogramm bzw. der Auftragserstellung und in der Materialplanung benötigt werden.

Zudem kann man nach dem Hochladen der XML-Datei periodenspezifische Daten einsehen, die einem vor und während der Planung unterstützen. Alle Daten sind während des Planungsprozesses jederzeit abrufbar, ohne dass der Prozess davon unterbrochen wird.

### 5.1 Stammdaten

Die Stammdaten stellen dar aus welchen Eigenfertigungs- und Kaufteilen die jeweiligen Fahrradtypen zusammengesetzt sind. Dabei gibt es eine Mengen- und eine Strukturstückliste.

#### 5.1.1 Mengenstückliste

Die Abbildung 5.1 zeigt die Darstellung der Mengenstückliste für die verschiedenen Fahrradtypen. Die Liste kann über die Tabs am oberen Bildschirmrand gefiltert werden. Es können dabei alle Teile, nur Eigenfertigungsteile oder nur Kaufteile angezeigt werden.

Mengenstückliste		Strukturstückliste	
Alle Teile		Eigenfertigungsteile	Kaufteile
	Fahrrad P1	Fahrrad P2	Fahrrad P3
E4	1	0	0
E5	0	1	0
E6	0	0	1
E7	1	0	0

Abbildung 5.1: Mengenstückliste



## 5.1.2 Strukturstückliste

Die Abbildung 5.2 zeigt die Darstellung der Strukturstückliste der verschiedenen Fahrradtypen. Über die Tabs kann zwischen Herren-, Damen- und Kinderfahrrad gewechselt werden.

Mengenstückliste		Strukturstückliste	
Fahrrad P1		Fahrrad P2	Fahrrad P3
P1	1		
K 21	1		
K 24	1		
K 27	1		
E 26	1		
K 44	2		
K 47	1		
K 48	2		
E 51	1		

Abbildung 5.2: Strukturstückliste

## 5.2 Periodenspezifische Daten

Die periodenspezifischen Daten können nur angezeigt werden, nachdem eine XML-Datei hochgeladen wurde. Nach dem Hochladen werden dem Nutzer für die Vorbereitung und Durchführung der Planung relevante Daten angezeigt.

### 5.2.1 Lagerbestand

Der Lagerbestand wird klassisch als Liste aller Teile mit der von ihnen gelagerten Menge angezeigt. Zusätzlich dazu wird der Wert pro Stück angezeigt, ebenso wie der Gesamtwert der jeweiligen Artikel im Lager.

Sollte der Bestand eines Artikels 0 betragen, wird dieser rot markiert. Dies ermöglicht es dem Nutzer auf einen Blick zu erkennen, wo der Bedarf am größten ist.

Spalte	Erläuterung
Artikel	Die Nummer des jeweiligen Artikels (Kaufteile sowie Eigenfertigung)
Menge	Die Menge des jeweiligen Artikel die im Lager vorhanden ist
Preis pro Teil	Der Wert eines einzelnen Artikels
Gesamtwert	Gesamter Lagerwert eines Artikels (Preis pro Teil * Menge)

Stammdaten		Periodenspezifische Daten	
Zukünftiger Lagereingang	Lagerbestand	Warteschlangen	
Artikel	Menge	Preis pro Teil	Wert
1	0	161.58	0.00
2	80	167.72	13417.60
3	50	168.28	8414.00
4	80	39.40	3152.00
5	110	39.61	4357.10
6	50	40.61	2030.50
7	0	35.72	0.00
8	170	35.09	5965.30

Abbildung 5.3: Lagerbestand

### 5.2.2 Warteschlangen

Die Liste der Warteschlangen zeigt an, welche Produktionsaufträge aus der letzten Periode nicht vollständig ausgeführt werden konnten.

Spalte	Erläuterung
Artikel	Die Nummer des Artikels.
Menge	Die Menge der zu produzierenden Teile.
Zeit	Die benötigte Kapazität um den Auftrag abzuschließen.
Arbeitsplatz	Die Nummer des für den Auftrag benötigten Arbeitsplatz.

Artikel	Menge	Zeit	Arbeitsplatz
3	10	60	4
14	10	10	7
18	10	5	9
17	10	5	15

*Abbildung 5.4: Warteschlangen*

Dabei wird Unterschieden zwischen Aufträgen in Bearbeitung und Aufträgen in der Warteschlange. In der realen Produktion gibt es typischerweise noch einen dritten Typ von Warteschlange, nämlich Aufträge bei denen das Material fehlt. Diese werden nicht gesondert angezeigt und werden vom System behandelt, als wären sie in der Warteschlange. Wie bereits bekannt kann man auch in dieser Ansicht zwischen den verschiedenen Tabellen mittels Tabs navigieren.

In Arbeit

Am Arbeitsplatz

Kapazität pro Arbeitsplatz

*Abbildung 5.5: Tabs Warteschlangen*

Um dem Benutzer den bestmöglichen Überblick über die benötigte Zeit zum Abarbeiten dieser Warteschlangen zu ermöglichen, wird zudem die Kapazität pro Arbeitsplatz aufsummiert.

Spalte	Erläuterung
Arbeitsplatz	Die Nummer des für den Auftrag benötigten Arbeitsplatz.
Kapazität	Die benötigte Kapazität um alle Aufträge, die sich in der Warteschlange befinden, abzuschließen.

Arbeitsplatz	Kapazität
1	0
2	0
3	0
4	200
6	520

Abbildung 5.6: Kapazität Warteschlangen pro Arbeitsplatz

### 5.2.3 Eingehende Bestellungen

Der zukünftige Lagerzugang gibt dem Benutzer einen Überblick über alle getätigten Bestellungen und zeigt in welcher Periode, im Mittel, das gelieferte Material verfügbar werden wird. Die eingehenden Bestellungen werden im Schritt "Materialplanung" dazu genutzt, den Bestand in folgenden Perioden zu bestimmen und dem Benutzer Kaufempfehlungen vorzuschlagen.

Spalte	Erläuterung
Artikel	Die Nummer des Artikels.
Menge	Die Menge der bestellten Teile.
Ankommende Periode	Die Periode in der das Material im Mittel zur Verfügung stehen wird. Dieser Wert wird basierend auf der Periode, in der die Bestellung getätigt wurde und der zu erwartenden Lieferdaue, berechnet.
Modus	Unterscheidung zwischen Bestellmodus "Normal" oder "Eil"

Artikel	Menge	Ankommende Periode	Modus
40	900	3	Normal
27	1800	3	Normal
37	900	3	Normal

*Abbildung 5.7: Eingehende Bestellungen*

## 6. Planung der Perioden

Der Produktionsplanungsprozess kann über den Navigationspunkt „Tool“ oder über die Startseite unter „Planung starten“.

Der Produktionsprozess besteht aus 5 Schritten:

- Produktionsprogramm
- Disposition
- Fertigungsreihenfolge
- Kapazitätsplanung
- Materialplanung

Auf die einzelnen Schritte des Prozesses kann über die Navigationsleiste zugegriffen werden. Dabei muss der Nutzer beim erstmaligen Durchlaufen die Schritte nacheinander durchlaufen. Sobald ein Schritt initial ausgeführt wurde kann jederzeit zu ihm zurück navigiert werden. Diese vorgeschriebene Reihenfolge wird durch das Ausgrauen noch nicht zulässiger Aktionen umgesetzt.

Im folgenden werden die einzelnen Schritte des Produktionsplanungsprozesses genauer erläutert.



Abbildung 6.1: Produktionsplanungsprozessschritte

### 6.1 Produktionsprogramm

Das Produktionsprogramm errechnet für die drei verschiedenen Produkttypen (P1, P2 und P3) die Produktionsmenge anhand der vom Benutzer eingegeben Daten und der aus der XML-Datei ausgelesenen Daten.

1 Aktuelle Periode

Produkt	Verkaufswunsch	Lagerbestand	Geplanter Sicherheitsbestand n+1	Produktion
P1	150	100	<input type="text" value="0"/>	10
P2	250	80	<input type="text" value="0"/>	170
P3	100	50	<input type="text" value="0"/>	50

Abbildung 6.2: Produktionsprogramm

### 6.1.1 Benötigte Daten

Begriff	Definition
<b>Prognose / Vertriebswunsch</b>	Die gewünschte Produktionsmenge für das Produkt für die kommende Periode.
<b>Lagerbestand am Ende der Vorperiode</b>	Der aktuelle Lagerbestand der Produkte zu Beginn der jetzigen Periode.
<b>Sicherheitsbestand (Geplanter Lagerbestand)</b>	Menge der Produkte, die nach der Periode noch im Lager sein soll.
<b>Aufträge in der Warteschlange</b>	Aufträge, die in der Vorperiode noch nicht bearbeitet wurden und somit in der Warteschlange stehen.  Diese Aufträge werden in der jetzigen Periode noch abgearbeitet.
<b>Aufträge in Bearbeitung</b>	Aufträge aus der Vorperiode die aktuell noch in Bearbeitung sind.  Diese Aufträge werden direkt zu Beginn der jetzigen Periode fertiggestellt.
<b>Produktionsmenge</b>	Errechnete Menge des Produkts, welche produziert werden muss um den Vertriebswunsch und den geplanten Lagerbestand zu erfüllen.

#### 6.1.1.1 Prognose / Vertriebswunsch

Der Vertriebswunsch für die  $n$ -te Periode muss nicht von Benutzer eingegeben werden. Diese werden direkt aus der XML-Datei herausgelesen und sind somit vorgegeben. Damit der Vertriebswunsch als erfüllt gilt, muss die entsprechende Stückzahl an Produkten spätestens zum Ende der Periode geliefert werden können. Dabei ist irrelevant ob die zu liefernden Produkte in der Periode produziert wurden oder aus Lagerbeständen stammen.

Für die Folgeperioden  $n+1$  bis  $n+3$  kann der Nutzer die Prognosen manuell eintragen. Das Programm verhindert dabei die Eingabe von negativen Vertriebsmengen.

#### 6.1.1.2 Sicherheitsbestand

Der Sicherheitsbestand kann für jeden Produkttyp (P1, P2 und P3) durch den Nutzer manuell angegeben werden. Diese Werte werden für alle Unterprodukte der jeweiligen Produktreihe als Ausgangswert für die Berechnung der Produktionsmenge in der „Disposition“ übernommen.

### 6.1.1.3 Lagerbestand am Ende der Vorperiode

Der Lagerbestand am Ende der Vorperiode wird für die Berechnung der aktuellen Produktionsmenge direkt aus der XML-Datei ausgelesen.

Um für die Folgeperiode  $n+1$  den Lagerbestand zu berechnen, werden jeweils der Lagerbestand und der Sicherheitsbestand der vorherigen Periode miteinander aufsummiert.

Folgende Abbildung 6.3 zeigt eine beispielhafte Berechnung des Lagerbestands für die Periode  $n+1$ :

#### Periode $n$

Vertriebswunsch		Sicherheitsbestand		Lagerbestand		Aufträge in Warteschlange		Aufträge in Bearbeitung		Produktionsmenge
100	+	10	-	50	-	10	-	10	=	40

#### Periode $n+1$

Vertriebswunsch		Sicherheitsbestand		Lagerbestand		Aufträge in Warteschlange		Aufträge in Bearbeitung		Produktionsmenge
150	+	0	-	60	-	10	-	10	=	70

Abbildung 6.3: Berechnung des Lagerbestands am Ende der Vorperiode

Dieses Berechnungsschema gilt auch für die Folgeperioden  $n+2$  und  $n+3$ .

### 6.1.1.4 Aufträge in der Warteschlange & Aufträge in Bearbeitung

“Aufträge in der Warteschlange” und “Aufträge in Bearbeitung” werden aus der XML-Datei ausgelesen und anschließend im Reiter “Disposition” angezeigt.

Zusätzlich kann man nach dem Hochladen der XML-Datei sich die Warteschlangen im Dashboard anzeigen lassen.

## 6.1.2 Berechnung

Für die Berechnung der Produktionsmenge eines Produkts werden die im Abschnitt 6.1.1 genannten Daten herangezogen. Dabei werden Vertriebswunsch und geplanter Sicherheitsbestand miteinander addiert. Von dieser Summe werden daraufhin die Aufträge in der Warteschlange, Aufträge in Bearbeitung und der Lagerbestand der Vorperiode subtrahiert.



Folgende Abbildung 6.4 zeigt eine beispielhafte Berechnung der Produktionsmenge:

<b>Vertriebs- wunsch</b>		<b>Sicherheits- bestand</b>		<b>Lager- bestand</b>		<b>Aufträge in Warteschlange</b>		<b>Aufträge in Bearbeitung</b>		<b>Produktions- menge</b>
100	+	10	-	50	-	10	-	10	=	40

Abbildung 6.4: Berechnung der Produktionsmenge

## 6.2 Direktverkäufe

Dem Nutzer ist es weiterhin möglich Direktverkäufe zu tätigen. Für einen Direktverkauf werden die Angaben der Menge, des Preises und der Konventionalstrafe je Teil benötigt (siehe Abbildung 6.5).

5

**Direktverkäufe**  
Optional

Produkt	Menge	Preis	Konventionalstrafe
P1	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
P2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
P3	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Abbildung 6.5: Direktverkäufe

Die angegebene Menge wird zusätzlich dem Vertriebswunsch der aktuellen Periode aufaddiert. Diese Anzahl der Direktverkäufe wird am Ende der Periode direkt aus dem Lagerbestand abgezogen.

Sollte man der Summe der Direktverkäufe nicht nachkommen können zahlt man eine vorher vereinbarte Konventionalstrafe je Teil, da nicht ausgelieferte Endprodukte nicht nachgeliefert werden können.

## 6.3 Disposition

Die Disposition errechnet für alle verschiedenen Artikel die Produktionsmenge anhand der vorher vom Benutzer eingegeben Daten und der aus der XML-Datei ausgelesenen Daten. Negative Produktionsmengen werden dabei vom Programm rot hervorgehoben.

Aus den Daten werden sogenannte Orders bzw. Produktionsaufträge in der Datenbank erstellt.

Diese werden bei jeder Änderung automatisch aktualisiert.

Artikel	Kundenaufträge	Zusätzlich zu produzierende Teile	Geplanter Lagerbestand	Aktueller Lagerbestand	Aufträge in Warteschlange	Unfertige Erzeugnisse	Zusätzlich geplanter Lagerbestand	Produktionsmenge
1	150	0	0	100	30	10	<input type="text" value="0"/>	10
51	10	30	0	50	190	0	<input type="text" value="0"/>	-200
50	-200	190	0	0	200	0	<input type="text" value="0"/>	-210
4	-210	200	0	80	0	0	<input type="text" value="0"/>	-90
10	-210	200	0	80	0	0	<input type="text" value="0"/>	-90
49	-210	200	0	0	0	0	<input type="text" value="0"/>	-10
7	-10	0	0	0	0	0	<input type="text" value="0"/>	-10
13	-10	0	0	100	0	0	<input type="text" value="0"/>	-110
18	-10	0	0	100	0	0	<input type="text" value="0"/>	-110

Abbildung 6.6: Disposition

### 6.3.1 Benötigte Daten

Begriff	Definition
<b>Kundenaufträge</b>	Die gewünschte Produktionsmenge für einen Artikel für die kommende Periode.
<b>Zusätzlich zu produzierende Teile</b>	Menge an Einzelteilen, die zusätzlich produziert werden müssen, um die Produktionsmenge zu erfüllen.
<b>Geplanter Lagerbestand</b>	Der im Produktionsprogramm angegebene geplante Lagerbestand.
<b>Aktueller Lagerbestand</b>	Der aktuelle Lagerbestand der einzelnen Artikel zu Beginn der jetzigen Periode.
<b>Aufträge in der Warteschlange</b>	Aufträge, die in der Vorperiode noch nicht bearbeitet wurden und somit in der Warteschlange stehen.  Diese Aufträge werden in der jetzigen Periode noch abgearbeitet.
<b>Unfertige Erzeugnisse</b>	Aufträge aus der Vorperiode die aktuell noch in Bearbeitung sind.  Diese Aufträge werden zu Beginn der jetzigen Periode fertiggestellt.
<b>Zusätzlich geplanter Lagerbestand</b>	Menge an Artikeln, die noch zusätzlich zum vorher angegebenen geplanten Lagerbestand produziert werden sollen.

<b>Produktionsmenge</b>	Errechnete Menge des Produkts, welche produziert werden muss um den Vertriebswunsch und den geplanten, sowie zusätzlich geplanten Lagerbestand zu erfüllen.
-------------------------	---

#### 6.3.1.1 Zusammenhänge und Abhängigkeiten

Aufgrund von Abhängigkeiten von einzelnen Artikeln (siehe Strukturstückliste im Abschnitt 5.1.2), können die übergeordneten Artikel nur dann produziert werden, wenn die passende Anzahl von untergeordneten Artikeln zur Verfügung stehen. Diese Abhängigkeiten spiegeln sich in den Kundenaufträgen und in den Warteschlangen wider.

Zum besseren Verständnis der Berechnungen in unserem Tool empfehlen wir Ihnen den folgenden Abschnitt anzuschauen.

#### 6.3.2 Berechnung

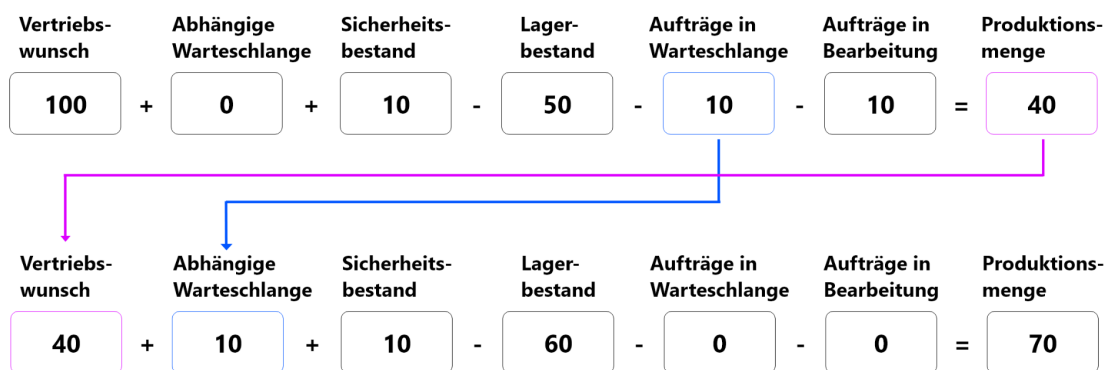


Abbildung 6.7: Berechnung der Disposition

### 6.4 Fertigungsreihenfolge

Im Schritt Fertigungsreihenfolge, wird es dem Nutzer ermöglicht die Produktionsaufträge um zu priorisieren. Hierzu werden die in der Disposition erstellten Aufträge als Tabelle angezeigt.

Spalte	Erläuterung
<b>Artikel</b>	Die Nummer des Artikels.
<b>Menge</b>	Die zu produzierende Menge.

Artikel	Menge	
1	270	Teilen
51	390	Teilen
50	500	Teilen
4	610	Teilen

Abbildung 6.8: Fertigungsreihenfolge

Jeweils eine Zeile stellt einen Produktionsauftrag dar. Die Reihenfolge der Zeilen kann via Drag-and-Drop verändert werden, wodurch die Priorisierung sich automatisch aktualisiert.

#### 6.4.1 Losgrößensplitting

Über den Button "Teilen" in jeder Zeile kann ein Auftrag aufgeteilt werden. Dies erfolgt über ein Dialog, in dem die relevanten Daten gesetzt werden.

### Auftrag teilen

Artikel: 1  
Aktuelle Auftragsmenge: 170

Neue Auftragsmenge:

Cancel OK

Abbildung: 6.9: Losgrößensplitting

Durch bestätigen entsteht ein Teilauftrag, der unabhängig vom Hauptauftrag verschoben werden kann. Dies ermöglicht es die Produktionsaufträge so effizient wie möglich zu priorisieren. Sollte ein Teilauftrag nicht mehr benötigt werden, kann dieser über den Lösch-Button in der jeweiligen Zeile entfernt werden.

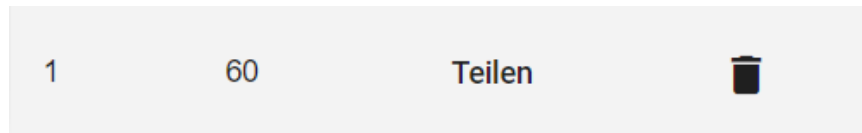


Abbildung 6.10: Löschen von Teilaufträgen

Wird ein Teilauftrag entfernt, wird die Menge des Teilauftrag wieder auf die des Hauptauftrag aufaddiert. Es können nur Teilaufträge gelöscht werden.

## 6.5 Arbeitskapazität

Auf Grundlage der in den vorherigen Schritten erstellten produktionsaufträgen, wird im Schritt "Arbeitskapazität" berechnet, wie viele Überstunden beziehungsweise zusätzliche Schichten an einem Arbeitsplatz nötig sind, um alle Aufträge abzuarbeiten.

Der Kapazitätsbedarf wird errechnet aus der Anzahl der zu produzierenden Teile multipliziert mit der Zeit zur Produktion eines Teils.

Die Rüstzeit wird ebenfalls auf Grundlage der angegebenen Aufträge kalkuliert. Das System prüft, wie viele Aufträge an einem Arbeitsplatz abgearbeitet werden müssen und addiert die Rüstzeiten der Artikel auf.

Rückstände ergeben sich aus den Warteschlangen der vorherigen Periode.

Sollte aufgrund von beispielsweise Materialknappheit oder Abhängigkeiten im Produktionsprozess ein Arbeitsplatz mehr Kapazität benötigen als durch das System errechnet, kann man diese auch manuell erhöhen, indem man einen Puffer einträgt. Dieser erhöht die Gesamtkapazität und vergibt automatisch eine nächste Schicht, sollte die Menge an Überstunden mehr als die Hälfte der Gesamtzeit der Schicht überschreiten. Wenn die Gesamtkapazität größer wird als die möglichen 7200 einer Periode wird die Zeile rot markiert und es ist dem Nutzer nicht mehr möglich zum nächsten Schritt zu navigieren und somit die XML zu exportieren.

Arbeitsplatz	Kapazitätsbedarf	Rüstzeit	Kapazitätsbedarf Rückstand	Rüstzeit Rückstand	Gesamtkapazitätsbedarf	Schichten	Überstunden	Puffer
1	3000	60	0	0	3060	1	132	<input type="text" value="0"/>
2	3750	50	0	0	3800	2	0	<input type="text" value="0"/>
3	5600	60	0	0	5660	2	0	<input type="text" value="0"/>
4	8300	80	10	30	8420	3	0	<input type="text" value="0"/>
6	2250	30	450	900	3630	2	0	<input type="text" value="0"/>
7	4000	120	200	580	4900	2	0	<input type="text" value="0"/>
8	1700	80	200	580	2560	1	32	<input type="text" value="0"/>
9	500	50	0	0	550	1	0	<input type="text" value="0"/>
10	3000	80	40	120	3240	1	168	<input type="text" value="0"/>
11	2250	50	10	30	2340	1	0	<input type="text" value="0"/>
12	2250	0	0	0	2250	1	0	<input type="text" value="0"/>
13	1500	0	0	0	1500	1	0	<input type="text" value="0"/>
14	2250	0	260	780	3290	1	178	<input type="text" value="0"/>
15	5250	30	10	20	5310	2	0	<input type="text" value="0"/>

Abbildung 6.11: Arbeitskapazität

## 6.6 Materialplanung

Im letzten Schritt der Produktionsplanung ist der Einkauf für die kommenden Perioden realisiert. Das Modul Materialplanung erlaubt es vorgegebene Kaufteile als Normal- und Eilbestellung zu bestellen.

Die Kosten der Bestellung werden dabei dynamisch berechnet, sodass der Nutzer während des Einkaufsprozesses bereits die Kosten einsehen und abhängig von ihnen seine Bestellungen anpassen kann.

Sollte der Lagerbestand eines Artikels 0 betragen, wird die Zelle rot markiert. Zusätzlich dazu wird der aktuelle Verbrauch rot hinterlegt sollte dieser die Menge des aktuellen Lagerbestandes überschreiten.

Artikel	Rabattmenge	Preis je Artikel	Lagerbestand am Ende der Periode	Aktueller Verbrauch	Prognose des Lagerbestands in der Periode 4	Prognose des Lagerbestands in der Periode 5	Prognose des Lagerbestands in der Periode 6 (Verbrauch)
21	300	5,00 €	420	170	170	100	20
22	300	6,50 €	0	250	-230	-290	-380
23	300	6,50 €	330	410	-80	-80	-80
<b>Bestellmodus</b>		<b>Lieferzeit</b>	<b>Abweichung</b>	<b>Bestellkosten</b>	<b>Bestellmenge</b>	<b>Gesamtkosten</b>	
Normal		1.2	0.2	50,00 €	<input type="text" value="0"/>	0,00 €	
Eil		0.6	-	500,00 €	<input type="text" value="0"/>	0,00 €	

Abbildung 6.12: Materialplanung

Das Tool bietet zudem eine Prognose des Lagerbestandes der Kaufteile in den kommenden drei Perioden. Durch die Eingabe der prognostizierten Verkaufsmengen im Schritt

“Produktionsprogramm”, wird automatisch für die kommenden Perioden die benötigte Menge des jeweiligen Kaufteiles kalkuliert.

Die prognostizierte Verbrauchsmenge wird mit dem aktuellen Lagerbestand, sowie bereits getätigten, zukünftig eingehenden Bestellungen verrechnet. Wird eine Bestellung eingegeben, wird sie zum Lagerbestand in der Periode in der die Bestellung ankommt addiert.

23	300	6,50 €	410	410	10	10	10
<b>Bestellmodus</b>	<b>Lieferzeit</b>	<b>Abweichung</b>	<b>Bestellkosten</b>	<b>Bestellmenge</b>	<b>Gesamtkosten</b>		
Normal	1.2	0.2	50,00 €	<input type="text" value="10"/>	115,00 €		
Eil	0.6	-	500,00 €	<input type="text" value="80"/>	1.020,00 €		

Abbildung 6.13: Materialplanung nach Eingabe der Bestellung

Spalte	Erläuterung
Artikel	Das jeweilige Kaufteil, welches bestellt werden kann.
Rabattmenge	Ab dieser Menge wird Mengenrabatt gewährt.
Preis je Artikel	Der Preis den jeweils ein Artikel kostet.
Lagerbestand am Ende der Periode	Die Summe aus dem aktuellen Lagerbestand und den eingehenden Bestellungen in dieser Periode.
Aktueller Verbrauch	Kalkulation der benötigten Menge des jeweiligen Kaufteiles für die aktuelle Periode.
Prognose des Lagerbestands	Prognostizierter Lagerbestand in der darauffolgenden Periode.
Beim Aufklappen einer Zeile sind alle für die Bestellung relevanten Informationen des jeweiligen Kaufteiles verzeichnet. Diese Informationen sind aufgeteilt in die jeweilige Bestellart “Eil” und “Normal”.	
Bestellmodus	Eine Bestellung kann als Normale oder als Eilt Bestellung aufgegeben werden.
Lieferzeit	Die Lieferzeit ist die Dauer einer Bestellung. Hierbei bedeutet der wert von beispielsweise 1, dass die Lieferung genau eine Periode dauert.
Abweichung	Bei einer Bestellung im Bestellmodus “Normal” kann eine Abweichung von 0,4 möglich. Im Modus “Eilt” hingegen ist die Lieferung doppelt so schnell und eine Abweichung ist nicht zu erwarten.
Bestellkosten	Bei den Bestellkosten handelt es sich um fixe Kosten die einmalig für jede Bestellung hinzukommen.
Bestellmenge	Über dieses Modul in der Spalte “Bestellmenge” lässt sich daraufhin die Bestellung aufgeben.

Gesamtkosten	In der Spalte "Gesamtkosten" wird der Preis eines Kaufteils mit der Menge multipliziert und anschließend die bestellfixen Kosten aufaddiert. Wird die Diskontmenge erreicht, wird von der Rabatt anschließend von den Gesamtkosten abgezogen.
--------------	---

## 7. XML Export

Nachdem der Nutzer alle Schritte der Produktionsplanung durchlaufen hat, kann der Nutzer eine XML-Datei herunterladen. In dieser sind die für die Produktion relevanten Daten enthalten.

Auch nach dem Herunterladen kann im Prozess zurückgegangen werden, um die Daten nochmals zu überprüfen und gegebenenfalls anzupassen. Erst nach Neuladen oder dem Einlesen einer neuen XML-Datei gehen die Daten verloren.



*Abbildung 7.1: Download Seite*



## 8. Technologie

Unser Produktionsplanungssystem wurde in Angular, also in Typescript, als Single-Page-Application mit einer sogenannten "In-Memory-Database" implementiert. Somit benötigt das System keine externen Schnittstellen, da die Datenbank für jeden Durchlauf im Arbeitsspeicher des genutzten Geräts neu aufgebaut und befüllt wird. Angular als Framework zu benutzen war eine logische Entscheidung, da es das optimal ist für die Entwicklung von Webanwendungen, die Front- und Backend implementieren. Das Design der Applikation wurde mit Hilfe von Angular Material, einer Komponenten Bibliothek, implementiert. Dies sorgt für ein einheitliches und leicht anpassbares Design.

Angular bildet das Framework, indem die in Typescript implementierte Applikation läuft. Die angular-in-memory-web-api bildet die Datenbankschicht und Angular Material realisiert das Nutzerinterface.

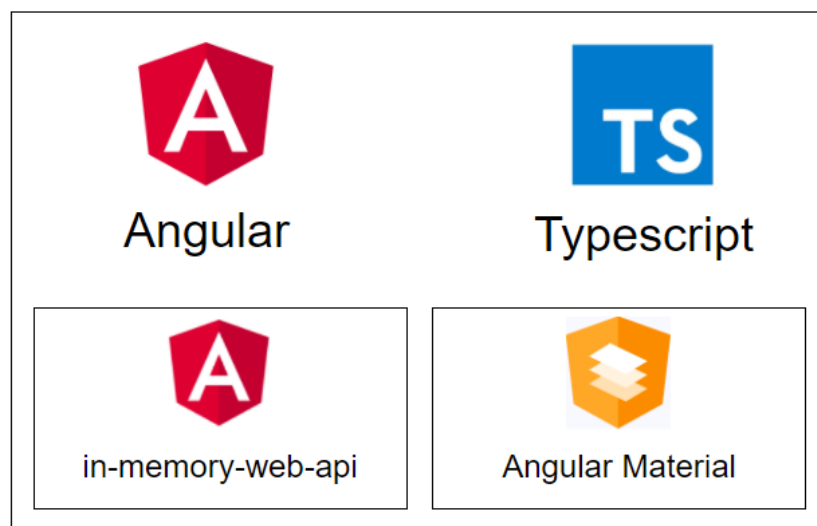


Abbildung 8.1: Technologie