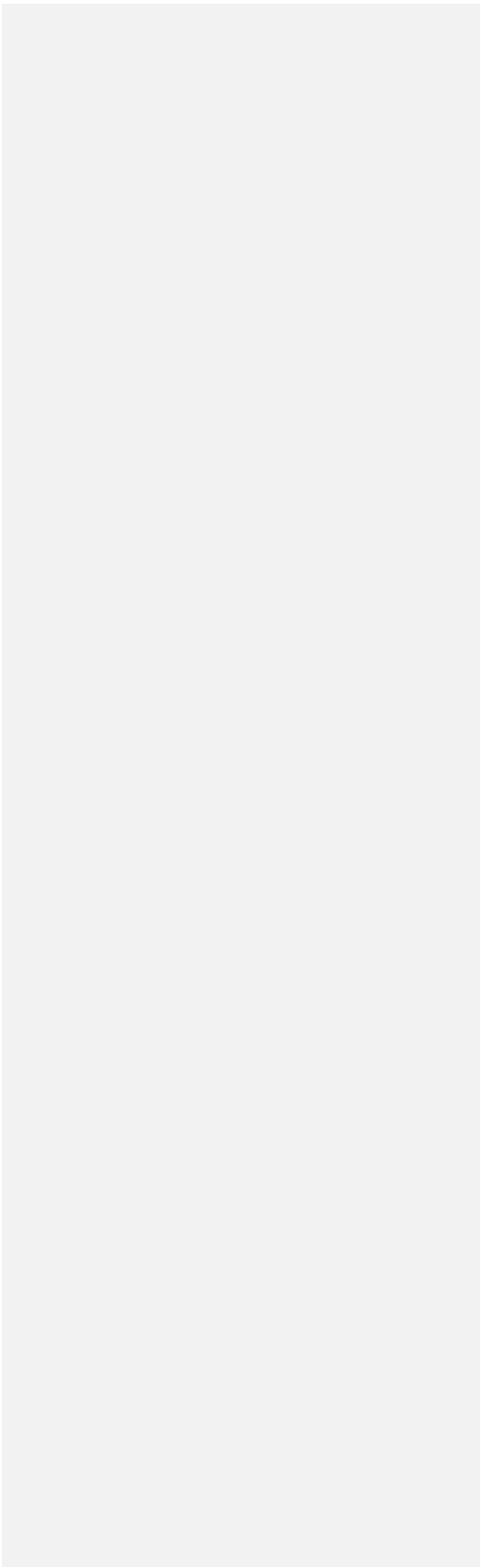
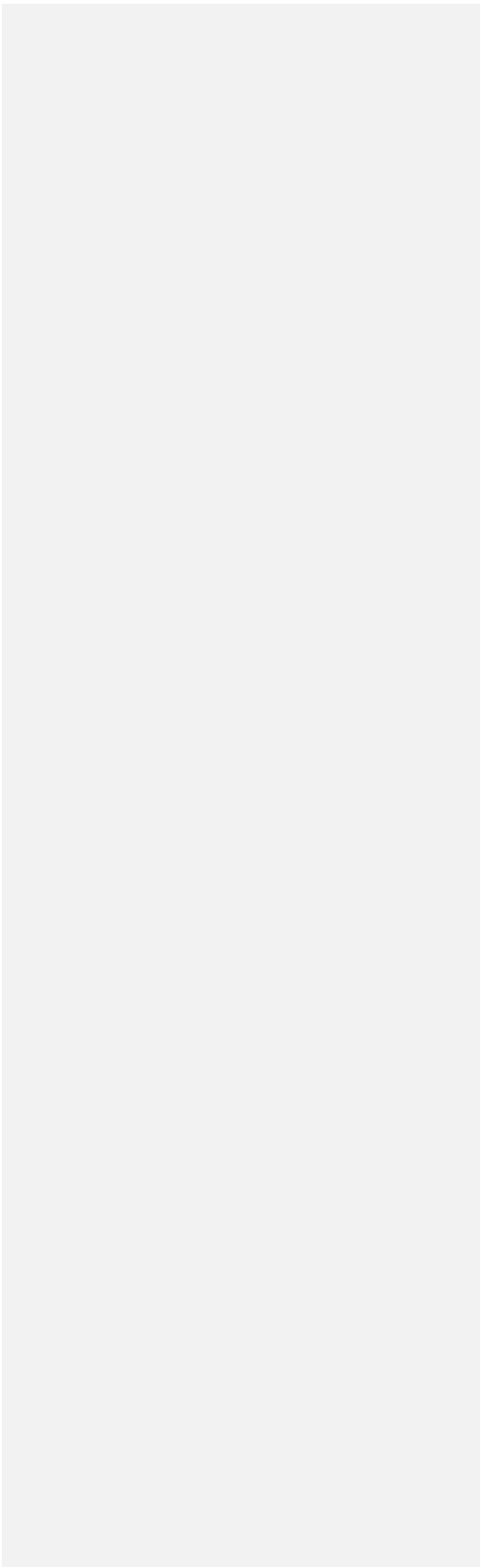


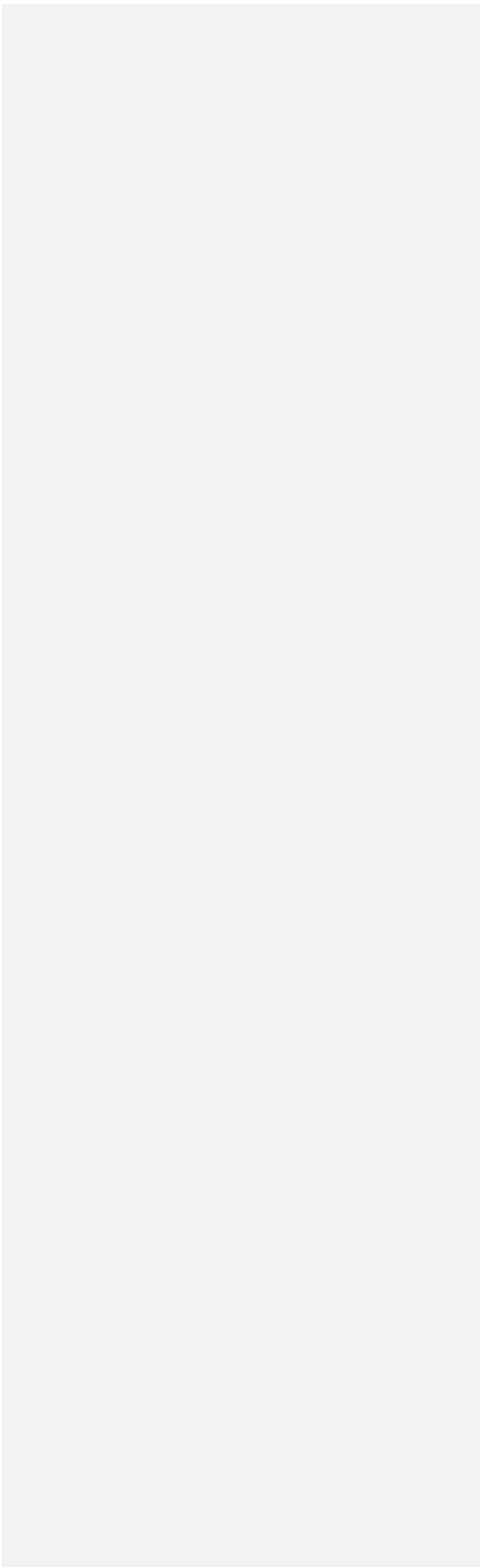
Deckblatt



Inhaltsverzeichnis



Abbildungsverzeichnis



## Einführung

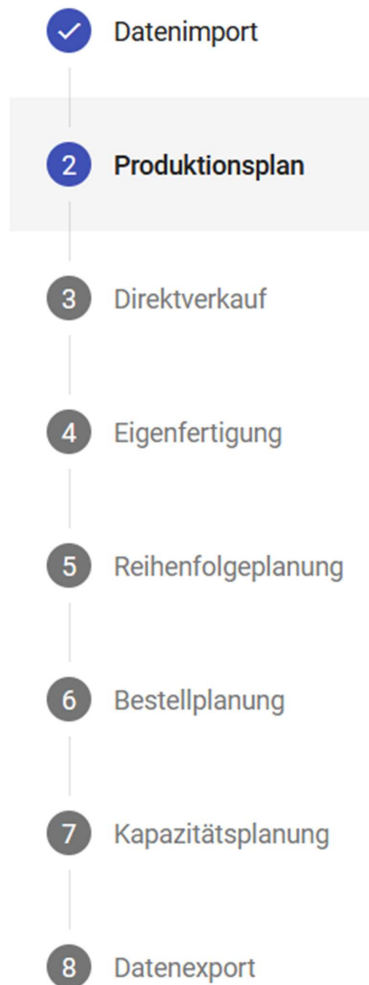
Im Zuge der IBSYS 2 Veranstaltung an der Hochschule Karlsruhe im Sommersemester 2022 wurde eine Planungstool zur Bestimmung der Produktionsmengen von Kinder-, Damen- und Herrenfahrrädern entwickelt. Die eigentliche Planung umfasst acht Planungsschritte. Bei dem Werkzeug handelt es sich um eine auf Angular basierende Webanwendung, welche unter folgendem Link dem Nutzer zur Verfügung steht.

<https://web.jeberhardt.dev/>

(\*Bild Startseite\*)

Das vorliegende Handbuch beschreibt den Aufbau und die Funktionsweise der Anwendung. Zusätzlich werden dem Bediener transparent und nachvollziehbar die Rechenwege der Planungsschritte aufgezeigt. Somit kann der Anwender Fehler oder Unklarheiten frühzeitig erkennen.

## Navigation



In der linken Abbildung sind die einzelnen Planungsschritte des Planungstools aufgelistet. Die Planung startet mit dem obligatorischen Datenimport. Sobald die XML-Datei erfolgreich vom Bediener hochgeladen wurde, kann die Planung schrittweise durchgeführt werden. Im letzten Schritt der Planung erhält der Anwender als Ergebnis eine valide XML-Datei. Während der Planung wechselt der Bediener den Planungsschritt durch einen Mausklick auf den jeweiligen Reiter. Zusätzlich ermöglichen die Buttons „Weiter“ und „Zurück“ innerhalb eines Schrittes das Wechseln in den Vorgänger- bzw. Nachfolgeknoten.

In der unteren Abbildung ist ein Planungsschritt aufgeführt, indem der Nutzer mit den Buttons „Weiter“ und „Zurück“ durch die Anwendung navigiert.

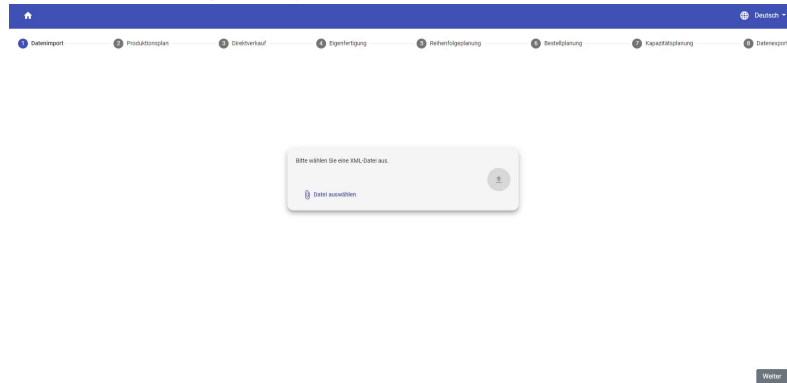
	Menge	Preis	Vertragsstrafe
P1	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>
P2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>
P3	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>

Zurück Weiter

Einen Blick auf die Innensicht des Systems ermöglichen die mit ⓘ gekennzeichneten Symbole. Hier werden die tatsächlich durchgeführten Berechnungen und passende Erklärungen dargestellt. Somit können die kalkulierten Produktionsaufträge vom Anwender nachvollzogen werden.

## Planung starten

Der Planungsprozess wird durch den Button „Planung starten“ auf der Startseite initiiert. Daraufhin wird der Benutzer aufgefordert die XML-Datei mit den zugrundeliegenden Bestandsdaten via Drag and Drop oder über den Button „Datei auswählen“ hochzuladen.



Als Basis für die Planung dient eine entsprechende XML-Datei, welche dem folgenden Aufbau entspricht:

(Anhang XML-File)

## Produktionsplan

### Kontext

Beim Öffnen des Produktionsplans wird automatisch der Vertriebswunsch in die Spalte der aktuellen Periode eingefügt. Der Vertriebswunsch wird aus der XML-Datei ausgelesen. Die Werte von P1, P2, P3 in der zweiten Spalte entsprechen der Menge der auszuliefernden Fahrräder am Ende der aktuellen Periode.

	P2	P3	P4	P5
P1	<input type="text" value="150"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
P2	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>
P3	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>

Weiterhin kann der Vertriebswunsch der aktuellen Periode angepasst und Absatzprognosen der zukünftigen Perioden eingetragen werden. Die Prognosen werden in der Bestellplanung berücksichtigt.

### Datenvalidierung

Bei der Eingabe ist zu berücksichtigen, dass die Werte der Variablen P1, P2, P3 nur in 10er Schritten eingegeben werden können. Darüber hinaus sind Werte im ganzzahligen Bereich zwischen 0 und 1000 gültig.

### Überleitung zum nächsten Planungsschritt

Die eingepflegten Daten sind Teil der Basis für den übernächsten Planungsschritt Eigenfertigung.

## Direktverkauf

### Kontext

Im Reiter „Direktverkauf“ können die Basisdaten für Zusatzaufträge manuell festgelegt werden. Dadurch ermöglicht die Planungsanwendung das Verkaufen zusätzlicher Fahrräder in der aktuellen Periode. Um einen Direktverkauf zu realisieren, wird ein Angebot beim Kunde eingereicht. Nach der kundenseitigen Annahme des Angebotes kann der Bediener die ausgehandelten Mengen, den Verkaufspreis und die Vertragsstrafe in das Tool manuell eingeben. Die Preisangaben und Vertragsstrafen gelten pro Fahrrad in der Währung Euro. Kommt es zu einem Vertragsbruch und die zusätzlich versprochenen Fahrräder können nur teilweise oder nicht ausgeliefert werden, folgt eine Konventionalstrafe.

	Menge	Preis	Vertragsstrafe
P1	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>
P2	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>
P3	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>	<input type="text" value="€ 0,00"/>

### Datenvalidierung

Die Werte der Spalte „Menge“ müssen in Zehnerschritten zwischen 0 und 1000 vom Anwender eingereicht werden. Die Werte der Spalten „Preis“, „Vertragsstrafe“ sind rationale Zahlen und auf zwei Nachkommastellen beschränkt. In allen drei Spalten sind keine negativen Werte erlaubt.

### Überleitung zum nächsten Planungsschritt

Die Mengen aus dem Vertriebswunsch mit den Direktverkäufen addiert, bilden die Basis für die im nächsten Planungsschritt durchzuführende Eigenfertigung.



## Eigenfertigung

### Kontext

Nachdem die Anzahl der zu produzierenden Fahrräder festgelegt ist, werden die Eigenfertigungsteile anhand einer Stücklistenauflösung mengenmäßig bestimmt. Die erforderlichen Mengen sind in der Spalte „Verbindliche Aufträge“ aufgelistet. Die Ermittlung der Produktionsaufträge erfolgt automatisch und basiert auf Daten der hochgeladenen XML-Datei. Konkret werden der aktuelle Lagerbestand, die Aufträge in Warteschlange, die Aufträge in Bearbeitung und der geplante Lagerbestand am Ende der Periode (Sicherheitsbestand) zur Berechnung berücksichtigt. Der Sicherheitsbestand kann manuell vom Anwender angepasst werden. Systemseitig wird der geplante Lagerbestand mit dem Lagerbestand aus der aktuellen Periode vorbelegt. Die folgende Abbildung zeigt einen Ausschnitt der Eigenfertigungsplanung.

Produkt	Verbindliche Aufträge	Warteschlange des Nachfolgers	Geplanter Lagerbestand am Ende der Periode	Aktueller Lagerbestand	Aufträge in Warteschlange	Aufträge in Bearbeitung	Geplante Produktionsaufträge
P1	150		<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	150 ●
P2	100		<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	100 ●
P3	100		<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="40"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	100 ●
E4	150		<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	150 ●
E5	100		<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	100 ●
E6	100		<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="100"/>	<input type="text" value="0"/>	<input type="text" value="0"/>	100 ●

### Datenvalidierung

Die Werte der Spalte „Geplanter Lagerbestand am Ende der Periode“ müssen in Zehnerschritten zwischen 0 und 1000 vom Anwender eingereicht werden.









### Überleitung zum nächsten Planungsschritt

Mit Abschluss der Eigenfertigungsplanung stehen die Planungsaufträge für die Folgeschritte bereit. Zuerst erfolgt die Priorisierung der abzuarbeitenden Aufträge in der Reihenfolgeplanung.


## Reihenfolgeplanung



### Kontext

Nach der Eigenfertigungsplanung wird dem Benutzer die geplante Produktionsreihenfolge präsentiert. Die nachfolgende Abbildung veranschaulicht die Eingabemaske der Reihenfolgeplanung.

Nr.	Produkt	Menge	Aktionen		
16	E16	350	<input type="text" value="170"/>		
17	E17	350	<input type="text" value="170"/>		
18	E18	150	<input type="text" value="70"/>		
19	E19	100	<input type="text" value="50"/>		

Standardmäßig werden die Fertigungsaufträge sequenziell von oben nach unten anhand der Spalte „Nr.“ abgearbeitet. Sobald der Anwender mit der Maus einen Datensatz anwählt, kann per Drag-and-Drop die Reihenfolge geändert werden.

Zusätzlich bietet das Planungstool die Möglichkeit Aufträge zu teilen. Die vom System voreingestellten Inputwerte definieren die Untermenge des zu splittenden Produktionsauftrages. Als Beispiel dient die obere Abbildung. Hier steht als Inputwert für den Produktionsauftrag 16 die Zahl 170. Nutzt der Anwender den -Button ergeben sich zwei separate Aufträge, wovon einer die Menge 170 und der andere die Menge 180 zugewiesen bekommt.

Um einen gesplitteten Auftrag wieder zusammenzuführen, verwendet der Anwender den -Button. Zusätzlich können alle vorgenommenen Änderungen über den Button „Alle zurücksetzen“ zurückgesetzt werden. Insgesamt können durch das Teilen von Produktionsaufträgen maximal 45 Aufträge entstehen. Deshalb sind ab 45 Aufträgen alle -Button nicht mehr anwählbar.

### Datenvalidierung

Die Inputwerte müssen in Zehnerschritten angegeben und geteilt werden. Ein Teilauftrag enthält mindestens die Menge 10.

### Überleitung zum nächsten Planungsschritt

Die Reihenfolgeplanung und Bestellplanung bauen nicht aufeinander auf. Im nächsten Schritt werden auf Basis der Produktionsaufträge die Bestellungen geplant.

## Bestellplanung

### Kontext

Die entsprechende Seite zur Bestellplanung bietet dem Nutzer relevante Informationen und Kennzahlen, um Entscheidungen hinsichtlich der Materialbeschaffung treffen zu können. Das unten aufgeführte Schaubild zeigt einen Ausschnitt aus der Bestellplanung.

Teilnummer	Lieferzeit	Abweichung	Sichere Lieferzeit	Diskontmenge	Verwendung in P1	Verwendung in P2	Verwendung in P3	Lagerbestand	Bedarf bis zur sicheren Lieferung	Bestellmenge	Bestellart
K21	1.8	0.4	2.2	300	T000: Auflösung P1	T000: Auflösung P2	T000: Auflösung P3	150	150	0	Bestellart none
K22	1.7	0.4	2.1	300	T000: Auflösung P1	T000: Auflösung P2	T000: Auflösung P3	210	100	0	Bestellart none
K23	1.2	0.2	1.4	300	T000: Auflösung P1	T000: Auflösung P2	T000: Auflösung P3	210	100	0	Bestellart none

In den Spalten „Teilnummer“ bis „Verwendung in P3“ sind die Stammdaten der Kaufteile aufgelistet. Der Lagerbestand wird aus der hochgeladenen XML-Datei extrahiert. Diese ... Der Bediener gibt die auszuführende Bestellmenge an und wählt die Bestellart. Der Wert 0 innerhalb der Spalte „Bestellmenge“ schließt die Bestellung aus. Abhängig von der Dringlichkeit der jeweiligen Bestellung kann der Benutzer in der letzten Spalte zwischen Normal und Eilbestellung wählen.

**Kommentiert [CH1]:** Bitte das extra Feature erklären und was die Spalten bedeuten

**Kommentiert [CH2]:** Was heißt Spalte "Bedarf bis zur sicheren Lieferung" und wie wird der Wert berechnet?

### Datenvalidierung

Der Wert der Bestellmenge muss einer nicht negativen Ganzzahl entsprechen.

### Überleitung zum nächsten Planungsschritt

Nach erfolgreicher Ermittlung der Bestellungen werden diese in die Ausgabedaten übernommen und die Planung kann fortgesetzt werden.

## Kapazitätsplanung

### Kontext

Bei der Kapazitätsplanung werden die Anzahl der zu arbeitenden Schichten und Überstunden in Minuten pro Woche festgelegt. Im Export werden die Minuten auf Minuten pro Tag heruntergerechnet. Das untere Schaubild zeigt einen Ausschnitt aus der Kapazitätsplanung.

Periode...				Arbeitsplatz														
Bezeichnung	Raityp	Sachnummer	Auftragsmenge	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Hinterrad	K	E4	150										400	400				
	D	E5	100										400	300				
	H	E6	100										400	300				
Vorderrad	K	E7	150										600	450				
	D	E8	100										400	300				
	H	E9	70										300	210				
Schutzblech hinten	K	E10	150						300	150	450				450	300		
	D	E11	100						200	200	300				300	200		
	H	E12	100						200	200	300				300	200		

Aus den Produktionsaufträgen ergeben sich die in Spalte „Auftragsmenge“ dargestellten Zahlen. Diese bilden die Grundlage zur Berechnung der benötigten Kapazitäten pro Arbeitsplatz und Produkt.

Fahrrad komplett	K	P1	150					900										
	D	P2	100					700										
	H	P3	100					700										
Kapazitätsbedarf (neq) ⓘ				2100	1750	1950	2300		1300	2160	1750	2520	2680	2010	2100	1400	1050	1560
Rüstzeit (neq) ⓘ				60	60	60	60		60	210	155	135	120	60	0	0	0	30
Kap. best. (Rückstand Vorperiode) ⓘ				0	0	0	0		0	600	390	260	0	60	0	0	0	010
Rüstzeit (Rückstand Vorperiode) ⓘ				0	0	0	0		0	70	45	30	0	10	0	0	0	15
Gesamt-Kapazitätsbedarf ⓘ				2160	1830	2010	2360		1360	3040	2320	2945	2800	2140	2100	1400	1050	2115
Schichten ⓘ				1	1	1	1		1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Überstunden ⓘ				0	0	0	0		0	640	0	545	400	0	0	0	0	0

Das obige Schaubild zeigt die aufsummierten Kapazitäten pro Arbeitsplatz, sowie die Rüstzeiten, Rückstände aus Vorperiode, Schichten, zu leistenden Überstunden.

### Datenvalidierung

Die Mehrarbeitszeit darf pro Woche zwischen 0 und maximal 1200 Minuten betragen. Dabei können nur ganze Minuten eingetragen werden. Die Anzahl der Schichten muss zwischen 1 und 3 liegen, wobei bei drei Schichten keine Überzeiten mehr angeordnet werden können.

### Überleitung zum nächsten Planungsschritt

Mit der Beendigung dieses Planungsschrittes ist die gesamte Planung abgeschlossen. Die Daten können im nächsten Schritt heruntergeladen werden.


## Export

Im letzten Schritt werden die geplanten Daten zusammengefasst präsentiert. Dabei können die Ergebnisse vom Anwender überprüft werden.

Produktionsplan		Direktverkauf			
Produkt	Verbindliche Aufträge	Produkt	Menge	Preis	Vertragsstrafe
P1	150 Stk.	P1	0 Stk.	0.00€	0.00€
P2	100 Stk.	P2	0 Stk.	0.00€	0.00€
P3	100 Stk.	P3	0 Stk.	0.00€	0.00€

---

Bestellplanung			Eigenfertigung		Kapazitätsplanung		
Teilnummer	Bestellmenge	Bestellart	Produkt	Geplante Produktionsaufträge	Arbeitsplatz	Schichten	Überstunden
			P1	150 Stk.	1	1	0 min
			P2	100 Stk.	2	1	0 min
			P3	100 Stk.	3	1	0 min
			E4	150 Stk.	4	1	0 min
			E5	100 Stk.	5	1	0 min
			E6	100 Stk.	6	1	0 min
			E7	150 Stk.	7	1	640 min



Über den rot umrandeten Button können die gesamten Planungsdaten in Form einer XML-Datei heruntergeladen werden.

## Architektur

Bei unserem Planungstool handelt es sich um eine Webanwendung. Diese ist mit dem Webapplikationsframework Angular gebaut. Die Stammdaten der Fertigungsteile und Kaufteile sind auf dem Webserver persistiert und unveränderlich. Die importierten XML-Daten werden beim jeweiligen Client im vom Browser bereitgestellten Webspeicher hinterlegt. Jede Änderung, die der Client umsetzt, verändert die Daten im Webspeicher. Nachdem die Planung durchgeführt wurde, werden die Daten aus dem Webspeicher heruntergeladen. In der unteren Abbildung ist die Architektur dargestellt.

