

SmartSim

Handbuch der Anwendung zur Vorlesung

Integrierte Betriebliche System 2

WS 2016/2017

Prof. Dr. -Ing. Karl Robert Graf

Hochschule Karlsruhe Technik und Wirtschaft



Vorgelegt von:

Philipp Kief

Andreas Foitzik

Jan Schölch

Sebastian Dittrich

SmartSim

Wir als *SmartSim Enterprise* - ein junges und aufstrebendes Unternehmen für smarte IT-Lösungen, möchten Ihnen hiermit unser neues Produkt *SmartSim* vorstellen. SmartSim Enterprise hat sich zum Ziel gesetzt, die Produktionsplanung von Unternehmen durch intelligente Softwarelösungen zu unterstützen.

Intuitive und selbsterklärende Benutzeroberflächen sollen es jedem Anwender ermöglichen, komplexe Sachverhalte verstehen und planen zu können. Die grundlegenden Daten zur geplanten Produktion werden an einen Server gesendet, welcher aus diesen die Material- und Kapazitätsbedarfe kalkuliert und dem Benutzer vorschlägt. Diese Vorschläge sind nicht bindend, sondern können für eine individuelle Gestaltung der eigenen Produktion angepasst werden. Für ein genaueres Ergebnis bedient sich die Kalkulation der historischen Daten vorheriger Planperioden. Gab es durch entstandene Engpässe oder Lieferprobleme Warteschlangen, so werden diese direkt aufgelöst und für die weitere Planung berücksichtigt.

Bei diesen Berechnungen kommen die neuesten Technologien zum Einsatz. Schnelle Antwortzeiten der Anwendung bereiten Freude bei der Planung. Es gibt keine unnötigen Wartezeiten mehr, die zur Frustration der Mitarbeiter führen. Durchdachte Datenbankstrukturen und Algorithmen sorgen für rasante Berechnungen, die eine flüssige Kommunikation ermöglichen.

Im Folgenden werden Ihnen, als potentieller neuer Kunde, die wichtigsten Eigenschaften und Features unseres Produkts vorgestellt, durch welches Sie in Zukunft ihre Produktionsabläufe noch effizienter gestalten und planen können.

Inhaltsverzeichnis

SmartSim	2
Inhaltsverzeichnis	3
Abbildungsverzeichnis	5
1. Starten der Anwendung	6
2. Anmeldung.....	6
3. Startseite	7
4. Navigation	7
5. Suche	8
6. Teileübersicht	8
7. Dashboard	9
8. Planungsvorgang.....	9
8.1. Ergebnisse der letzten Periode	10
8.2. Vertriebswunsch	11
8.3. Direktverkäufe	12
8.4. Sicherheitsbestand	13
8.5. Absenden der Planungsdaten	14
8.6. Überprüfen der Ergebnisse	15
8.6.1. Produktionsplanung.....	15
8.6.2. Materialplanung	15
8.6.3. Kaufteildisposition.....	16
8.6.4. Kapazitätsplanung	17
8.7. Herunterladen der Eingabedaten	18
9. Einstellungen	19
10. Hilfe	20
11. Berechnung von Bestellmenge und –risiko	21
12. Verwendete Technologien	21
12.1. Client.....	22

12.2.	Datenbankserver	23
12.3.	Anwendungsserver	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Anmeldefenster	6
Abbildung 2: Startseite	7
Abbildung 3: Navigationsfenster	7
Abbildung 4: Suchfeld	8
Abbildung 5: Anzeigen eines Suchbegriffs	8
Abbildung 6: Teileübersicht	9
Abbildung 7: Dashboard.....	9
Abbildung 8: Auswahl der zu planenden Periode	10
Abbildung 9: Beispielhaftes Hilfsfenster für die Planung	10
Abbildung 10: Hochladen der Ergebnisse einer vorherigen Periode	11
Abbildung 11: Angabe des Vertriebswunschs	12
Abbildung 12: Auswahl von Direktverkäufen	12
Abbildung 13: Angabe von Direktverkäufen	13
Abbildung 14: Angabe eines Sicherheitsbestands für Eigenfertigungen	13
Abbildung 15: Absenden der Planungsdaten	14
Abbildung 17: Übersicht der Produktionsdaten und Produktionsplanung	15
Abbildung 18: Übersicht Materialplanung	16
Abbildung 19: Übersicht Kaufteildisposition	17
Abbildung 20: Übersicht Kapazitätsplanung	17
Abbildung 21: Herunterladen der Eingabedaten	18
Abbildung 22: Einstellungen der Anwendung	19
Abbildung 23: Hilfeseite der Anwendung	20
Abbildung 24: Architektur	22

1. Starten der Anwendung

Für eine einfache Handhabung wird die komplette Webanwendung als ausführbare Datei ausgeliefert. Diese muss gestartet werden, woraufhin der Anwender im Webbrowser den Pfad <http://localhost:8080/> aufruft. Die Anwendung ist sofort startbereit.

Ist auf dem aufrufenden Gerät nicht die notwendige Java-Version installiert (1.8.0_74), so wird der Anwender automatisch auf eine Website von Oracle weitergeleitet, um die vorausgesetzte Version herunterzuladen.

2. Anmeldung

Beim Starten der Anwendung erscheint zunächst ein Login-Fenster, über welches sich der Anwender anmeldet. Dieses ist dargestellt in Abbildung 1. Da wir Ihnen zum Testen der Anwendung eine Demoversion zur Verfügung stellen, wird jede Benutzer-/Passwortkombination akzeptiert.

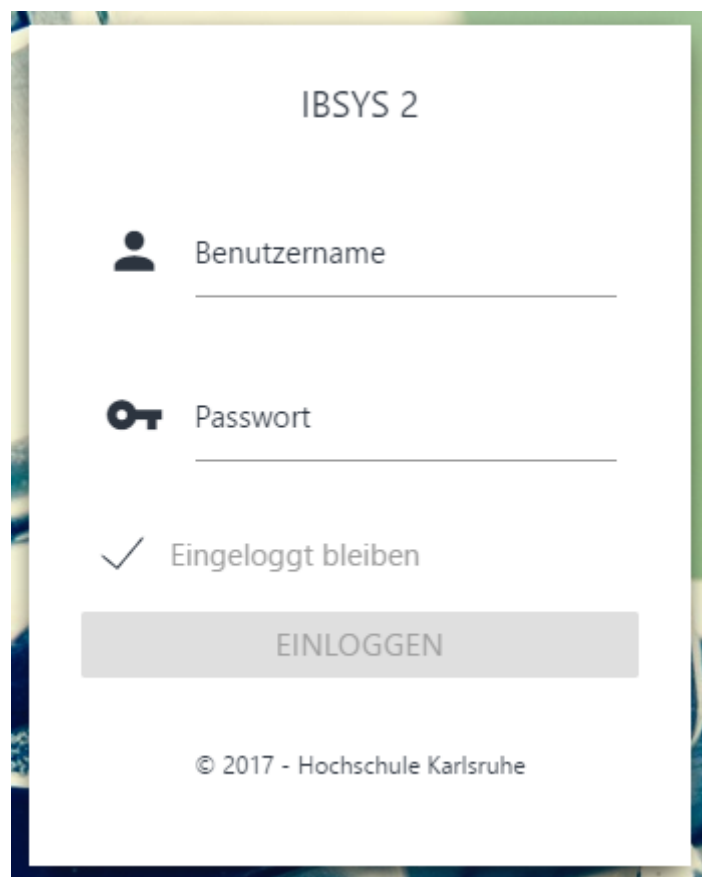


Abbildung 1: Anmeldefenster

Nachdem die Benutzerdaten eingegeben wurden, gelangt der Anwender über den Button „EINLOGGEN“ zu den Kernfunktionen der Anwendung.

3. Startseite

Nachdem sich der Anwender angemeldet hat, befindet er sich auf der Startseite. Diese dient dazu, schnell zu den wichtigsten Punkten der Anwendung navigieren zu können. So gelangt der Anwender beispielsweise direkt zu der Planung, wenn er den Button „Periode planen“ klickt.

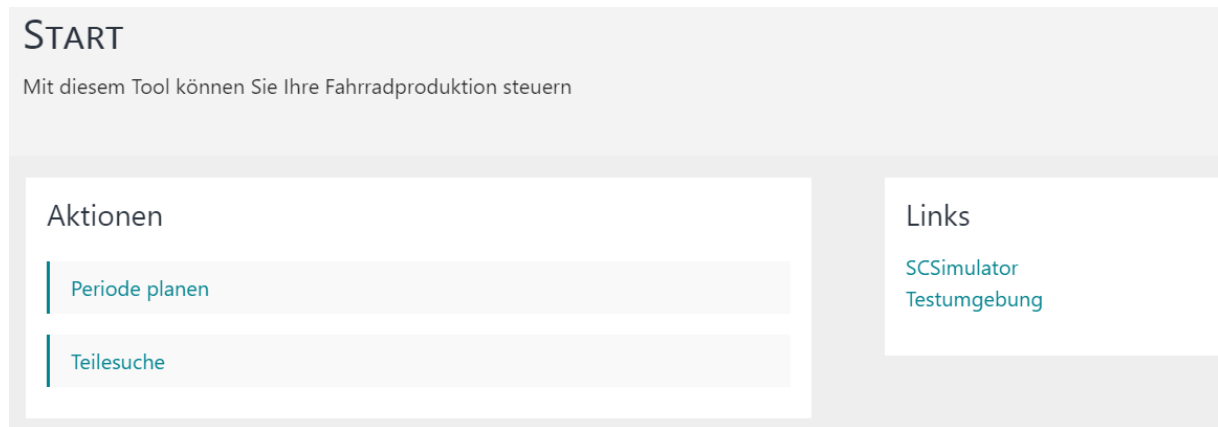


Abbildung 2: Startseite

4. Navigation

Am linken Bildschirmrand ist eine Navigationsleiste sichtbar, die der Benutzer bei Bedarf ein- und ausblenden kann. Mit dieser kann zwischen den einzelnen Funktionen navigiert werden. Das momentan ausgewählte Fenster wird zusätzlich farblich hervorgehoben.

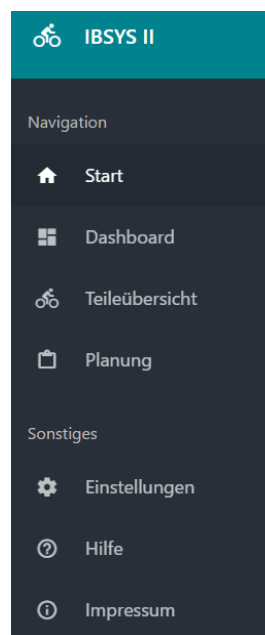


Abbildung 3: Navigationsfenster

5. Suche

Ein weiteres Feature, durch das der Anwender schnell an die gewünschten Informationen kommt, ist die intelligente Suchfunktion. Diese befindet sich am oberen Bildschirmrand, ist von jeder Seite aus zugreifbar und wird in Abbildung 4 dargestellt.

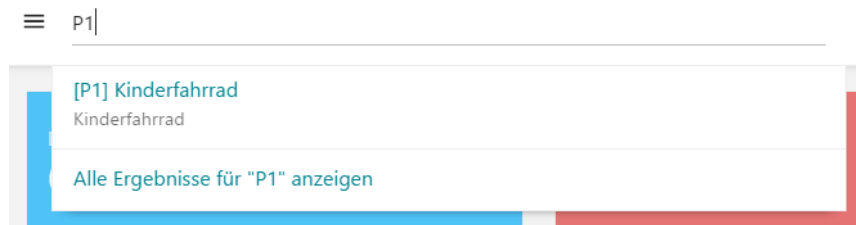


Abbildung 4: Suchfeld

In diesem Beispiel wurde der Suchbegriff „P1“ eingegeben. Die Anwendung gibt nun Vorschläge an, die diesem Suchbegriff entsprechen. Wird das vorgeschlagene Kinderfahrrad ausgewählt, werden weitere Informationen zu diesem angezeigt.



Abbildung 5: Anzeigen eines Suchbegriffs

In Abbildung 5 sieht man das ausgewählte Kinderfahrrad mit zusätzlichen Informationen. Da es sich bei einem Kinderfahrrad um eine Eigenfertigung handelt, werden neben der Startmenge und dem Startpreis auch die zur Herstellung benötigten Arbeitsplätze angezeigt.

6. Teileübersicht

Neben der direkten Suche nach einem Produkt ist es auch möglich, alle Teile in einer Übersicht zu betrachten. In dieser werden sowohl die Eigenfertigungs-, als auch Kaufteile mit weiteren Informationen dargestellt. Zusätzlich können die Teile gefiltert werden, falls beispielsweise nur die Eigenschaften eines bestimmten Artikels gewünscht sind.

E20

Rahmen

Verwendung

H

Startmenge

100

Startpreis

15.55 €

Benötigte Arbeitsplätze

6

7

8

9

K21

Kette

Verwendung

K

Startmenge

300

Startpreis

5 €

Lieferzeit

1.8

Lieferabweichung

0.4

Abbildung 6: Teileübersicht

Für eine bessere Planbarkeit werden für Kaufteile die Lieferzeit und die durchschnittliche Lieferabweichung angezeigt. Werden für ein Teil aus eigener Fertigung mehrere Arbeitsplätze benötigt, so sind diese in der richtigen Reihenfolge abgebildet.

7. Dashboard

Das Dashboard bietet auf einen Blick alle wichtigen Informationen einer vergangenen Planungsperiode. Um die Daten anzeigen zu können, muss zunächst eine Periode ausgewählt werden.

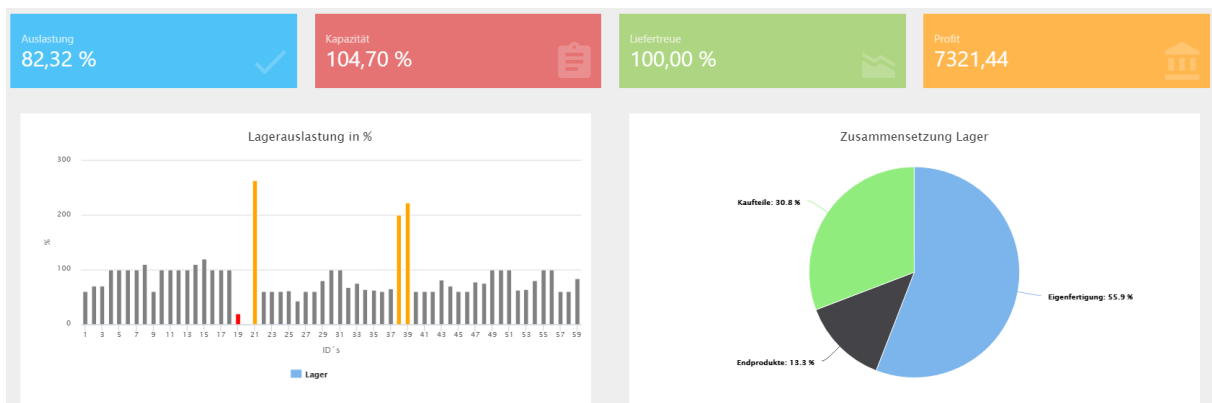


Abbildung 7: Dashboard

Anschließend werden dem Anwender alle relevanten Informationen gezeigt, beispielsweise die Effizienz und Liefertreue der ausgewählten Periode.

8. Planungsvorgang

Der folgende Teil des Handbuchs beschäftigt sich mit dem eigentlichen Kern der Anwendung, dem Planungsvorgang. Um die Planung einer Periode zu beginnen, wählt der Anwender in der Navigationsleiste den Punkt „Planung“ aus. Zusätzlich ist diese Funktion auch über die Suche und die Startseite auffindbar.

8.1. Ergebnisse der letzten Periode

Zunächst gelangt der Anwender zu einer Übersicht, in welcher die zu planende Periode angegeben und die Ergebnisse der vorherigen Planperiode hochgeladen werden.



BEGINN PLANUNG
Auf dieser Seite wird die Planung vorbereitet.

1. Welche Periode soll geplant werden? ?

2

Upload der Ergebnisse aus der letzten Periode ?

XML DATEI

Abbildung 8: Auswahl der zu planenden Periode

Anzeige von Hilfetexten

Durch kontextsensitive Infotexte wird der Anwender während des gesamten Planungsprozesses unterstützt. Die folgende Abbildung zeigt jene Information, welche in einem modalen Dialog angezeigt wird, wenn der Anwender auf das Fragezeichen neben Punkt 1 klickt.

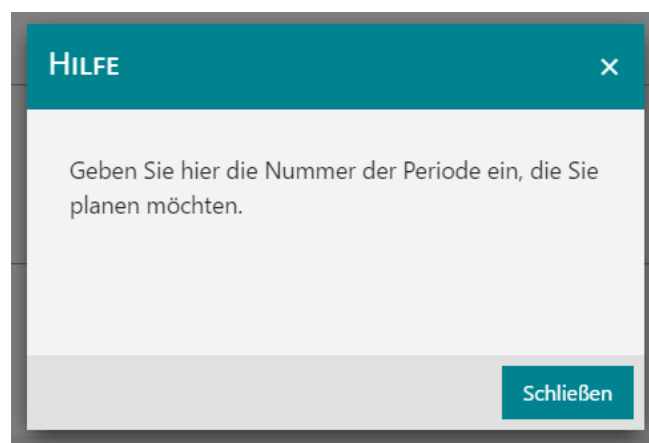


Abbildung 9: Beispielhaftes Hilfsfenster für die Planung

Auswählen der Ergebnisse der Vorperiode

Durch einen Klick auf den Button „XML DATEI“ oder das rechts davon befindliche Eingabefeld erscheint ein neues Dialogfenster, über welches das gewünschte XML-Dokument ausgewählt wird.

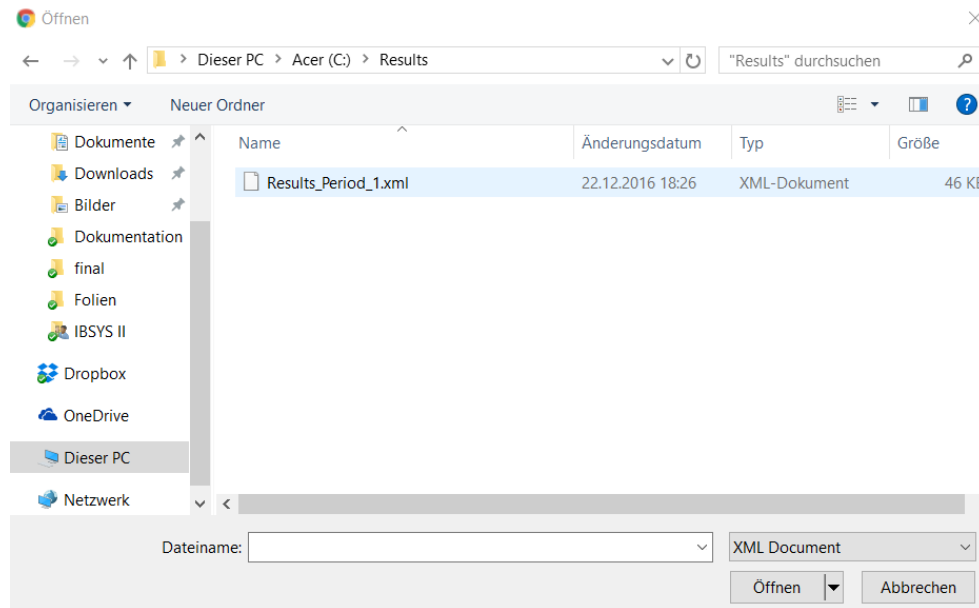


Abbildung 10: Hochladen der Ergebnisse einer vorherigen Periode

Beim Auswählen der Datei findet eine Validierung statt, sodass kein anderes Dateiformat als XML akzeptiert wird. Ist das Dokument ausgewählt, kann im nächsten Schritt die Planung beginnen.

Weiter muss darauf geachtet werden, dass die ausgewählte XML-Datei die Ergebnisse der vorherigen Planperiode enthält. So ist es beispielsweise nicht möglich die 3. Periode zu planen, wenn die Ergebnisse der 1. Periode ausgewählt wurden.

8.2. Vertriebswunsch

Im ersten Schritt der Planung müssen zunächst der Vertriebswunsch der aktuellen und die Prognosen der kommenden Perioden eingegeben werden. Der Vertriebswunsch gibt an, wie viele Produkte in der aktuellen Periode verbindlich verkauft werden. Die Prognosen geben Auskunft darüber, welche Verkäufe in den kommenden Perioden erwartet werden. Die Prognosen sind jeweils für die nächsten drei Perioden anzugeben.

2. Wie ist der Vertriebswunsch? ?

Produkt	Vertriebswunsch in Periode 7	Prognose 8	Prognose 9	Prognose 10
P1	150	200	250	100
P2	100	150	200	150
P3	200	200	100	150

ZURÜCK WEITER

Abbildung 11: Angabe des Vertriebswunschs

Nachdem diese Daten eingetragen sind, kann der Vorgang fortgesetzt werden.

8.3. Direktverkäufe

Nachdem der Vertriebswunsch angegeben wurde, ist in diesem Schritt anzugeben, ob es Direktverkäufe gibt. Direktverkäufe sind Aufträge, welche zusätzlich zum Vertriebswunsch bearbeitet werden. Dementsprechend erhöht sich der Bedarf an zu produzierenden Endprodukten.

Gibt es keine Direktverkäufe, so kann dieser Schritt übersprungen werden. Dieser Schritt kann auch nachträglich ausgeführt werden.

3. Gibt es Direktverkäufe? ?

ZURÜCK JA NEIN, WEITER

Abbildung 12: Auswahl von Direktverkäufen

Falls es in einer Planperiode Direktverkäufe gibt, trägt der Anwender die jeweilige Anzahl, deren Preis und die Konventionalstrafe ein. Eine Konventionalstrafe wird für jeden nicht lieferbaren Artikel verhängt, wenn die Anfrage eines Direktverkaufs zwar angenommen wurde, dieser jedoch nicht nachgekommen werden kann.

3. Gibt es Direktverkäufe? ?

	Anzahl	Preis	Konventionalstrafe
P1	100	220	20
P2	120	210	30
P3	50	280	50

ZURÜCK
DIREKTVERKÄUFE DEAKTIVIEREN
WEITER

Abbildung 13: Angabe von Direktverkäufen

8.4.Sicherheitsbestand

Über den Sicherheitsbestand lässt sich regulieren, welche Menge eines Artikels nach der Planperiode im Lager vorhanden sein soll. Zunächst wird dazu für jeden Artikel eine Beschreibung, dessen Wert und der Standardwert angezeigt. Der Standardwert entspricht jener Anzahl, mit der ein Produkt zu Beginn der Simulation im Lager vorhanden war. Weiterhin werden die Sicherheitskategorie eines Artikels (siehe unten) und der einzuhaltende Sicherheitsbestand angezeigt. Der vorgeschlagene Sicherheitsbestand lässt sich nachträglich durch den Anwender anpassen.

4. Wie hoch ist der Sicherheitsbestand? ?

Teil	Beschreibung	Teile-Wert	Standardwert	Sicherheitskategorie	Menge
1	Kinderfahrrad	€ 156.13	60	B	60
2	Damenfahrrad	€ 163.33	60	B	60
3	Herrenfahrrad	€ 165.08	60	B	60
4	Hinterradgruppe	€ 40.85	50	C	50

Abbildung 14: Angabe eines Sicherheitsbestands für Eigenfertigungen

Sicherheitskategorien

Für eine bessere Planbarkeit sind alle Artikel einer Sicherheitskategorie zugeordnet, welche die Höhe des Sicherheitsbestands bestimmt. Es gibt folgende Kategorien:

- Kategorie A: 70 Teile eines Artikels
- Kategorie B: 60 Teile eines Artikels
- Kategorie C: 50 Teile eines Artikels

Die Zuweisung der Sicherheitskategorien beruht auf Erfahrungswerten und Häufigkeit der Verwendung. So werden beispielsweise die Eigenfertigungsteile 16, 17 und 26 in allen Endprodukten gleichermaßen benötigt, wodurch deren Fehlen schwerwiegende Konsequenzen haben kann. Sie sind deshalb der Kategorie A zugeordnet. Die Fahrräder sind als zu verkaufende Endprodukte Kategorie B zugewiesen und alle weiteren Teile der Kategorie C.

8.5. Absenden der Planungsdaten

Nachdem alle Daten der vorherigen Punkte eingegeben sind, lässt sich über den Button „Daten absenden“ die Kalkulation starten. Dieser Button wird in folgenden Abbildung gezeigt. Nach dem Absenden der Daten werden diese im Server verarbeitet.

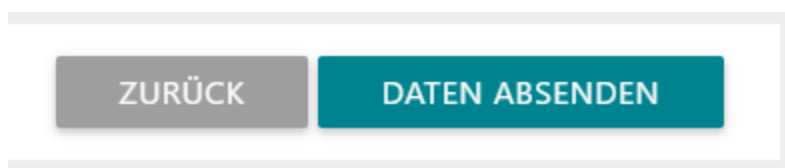


Abbildung 15: Absenden der Planungsdaten

8.6. Überprüfen der Ergebnisse

Wurde die Planung einer Periode durch den Server kalkuliert, so werden die Ergebnisse der Berechnung dem Anwender übersichtlich aufbereitet. Der Anwender hat nachfolgend die Möglichkeit, diese Vorschläge anpassen zu können. Im Folgenden werden die einzelnen Punkte dieser Übersicht genauer beschrieben.

PLANUNG				
Produktionsplanung		Materialplanung	Kaufteildisposition	Kapazitätsplanung
Produkt	Verbindlich	Prognose + 1	Prognose + 2	Prognose + 3
P1	50	150	150	150
P2	300	100	100	100
P3	5	50	50	50

Abbildung 16: Übersicht der Produktionsdaten und Produktionsplanung

Zwischen den einzelnen Fenstern kann durch das Anklicken der gewünschten Seite gewechselt werden.

8.6.1. Produktionsplanung

Im ersten Teil der Übersicht, dargestellt in der vorherigen Abbildung, wird die angegebene Produktionsplanung angezeigt. Zu sehen sind die einzelnen Produkte, zusammen mit den zuvor angegebenen Vertriebswünschen und Prognosen. Diese Werte können nicht angepasst werden.

8.6.2. Materialplanung

In der Materialplanung werden die Produkte angezeigt, welche selbst gefertigt werden. Jedes Produkt hat eine eindeutige Nummer. Weiter wird angezeigt, in welchem Endprodukt ein gefertigtes Teil verwendet wird. So wird das Herrenfahrrad, welches bereits ein Endprodukt ist, in keinem weiteren Artikel verwendet, eine Hinterradgruppe jedoch wird jeweils für ein herzustellendes Fahrrad benötigt. In der Spalte „Menge“ wird angezeigt, wie viele Produkte eines Artikels produziert werden. Diese Angabe kann nachträglich angepasst werden. Die letzte Spalte gibt an, welche Arbeitsplätze benötigt werden, um ein Teil zu fertigen.

Artikel hinzufügen ?

ID

HINZUFÜGEN

Ordnen Sie die Artikel per Drag & Drop.

Artikel	Beschreibung	Verwendung	Menge	Arbeitsplätze
1	Kinderfahrrad	-	50	4
Artikel	Beschreibung	Verwendung	Menge	Arbeitsplätze
26	Pedal cpl.	KDH	914	7 — 15

Abbildung 17: Übersicht Materialplanung

Losgrößensplitting und Reihenfolgeplanung

Wichtige Aspekte der Produktionsplanung sind das Losgrößensplitting und die Reihenfolgeplanung. Über das Losgrößensplitting lassen sich Produktionsaufträge in kleinere Lose aufteilen, um die Leerzeiten an Arbeitsplätzen zu optimieren und Teile früher verfügbar zu machen.

Soll ein Los geteilt werden, so kann der zugehörige Artikel über das oben dargestellte Eingabefeld hinzugefügt werden. Hierfür muss die richtige Artikelnummer des zu produzierenden Teils angegeben werden. Anschließend kann die Produktionsmenge angepasst werden.

Um die Reihenfolge der Lose zu ändern, kann ein Artikel per „Drag & Drop“ an die gewünschte Position verschoben werden. Zusätzlich ist es möglich, einen Artikel zu entfernen, indem dieser aus dem Fenster gezogen wird.

8.6.3. Kaufteildisposition

Die Kaufteildisposition ist analog zur Materialplanung aufgebaut. Auch hier werden die einzelnen Artikel eindeutig über eine Nummer identifiziert. Zu jedem Artikel werden eine Beschreibung und dessen Verwendung angegeben. Die Bestellmenge jedes Artikels wird durch den Server vorgeschlagen und lässt sich durch den Anwender nachträglich bearbeiten. Die Diskontmenge gibt Auskunft darüber, ab welcher Menge ein Artikel vergünstigt eingekauft werden kann. In der letzten Spalte lässt sich der Bestellmodus eines Artikels auswählen. Es lässt sich entweder „Normal“ oder „Eil“ auswählen. Wird ein Artikel dringend für die Fertigung benötigt, lässt sich über eine Eilbestellung die Lieferfrist signifikant verringern, jedoch fallen hierfür sehr hohe Bestellkosten an.

Artikel hinzufügen ?

ID

HINZUFÜGEN

Ordnen Sie die Artikel per Drag & Drop.

Artikel	Beschreibung	Verwendung	Diskontmenge	Menge	Modus
22	Kette	D	300	110	Eil
25	Scheibe 3/8"	KDH	3600	300	Normal

Abbildung 18: Übersicht Kaufteildisposition

Trifft die Bestellung eines Artikels so spät ein, dass der Bedarf für die Produktion nicht gedeckt werden kann, wird der betroffene Artikel rot markiert. In diesem Fall muss ein Anwender den benötigten Artikel über den Marktplatz erwerben oder die Produktion erneut planen.

Mehrfachbestellungen

Auch bei Kaufteilen ist es möglich, einen Artikel hinzuzufügen. Wird ein Artikel dringend und in großer Menge benötigt, kann ein Teil der Bestellung als Eilbestellung erfolgen, um den Bedarf der Produktion kurzfristig zu decken. Somit lässt sich einerseits die Kaufteildisposition zeit- und kostenoptimal planen, andererseits werden hohe Lagerkosten und -bestände vermieden.

8.6.4. Kapazitätsplanung

Der Anwender erhält durch die Kalkulation des Servers Vorschläge, wie die Kapazitäten an den Arbeitsplätzen einzuplanen sind. Diese Angaben können vor dem Einplanen angepasst werden, sind zusätzliche oder weniger Kapazitäten für die Produktion erwünscht.

Arbeitsplatz	Schichten	Mehrarbeit [min/Tag]
1	1	0
2	2	0
3	1	0
4	1	238

Abbildung 19: Übersicht Kapazitätsplanung

Pro Arbeitsplatz sind maximal drei Schichten zu je acht Stunden möglich. In diesem Fall können keine weiteren Überstunden angegeben werden.

8.7. Herunterladen der Eingabedaten

Nachdem alle Angaben kontrolliert und ggf. angepasst worden sind, können diese als XML-Datei heruntergeladen werden. Hierfür ist der abgebildete Button zu klicken, der den Download startet.

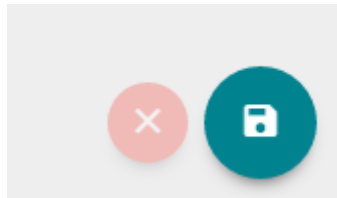


Abbildung 20: Herunterladen der Eingabedaten

Anschließend befindet sich die Datei auf dem Computer des Anwenders und kann in den Simulator importiert werden.

9. Einstellungen

Über diese Seite lassen sich allgemeine Einstellungen der Anwendung setzen. Damit die Anwendung auch in internationalen Projekten eingesetzt werden kann, ist es möglich, die Sprache einzustellen. Momentan stehen hierfür die Sprachen Deutsch und Englisch zur Verfügung.

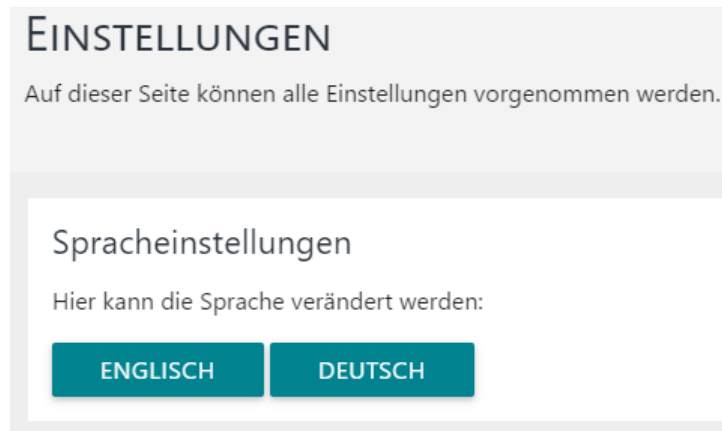


Abbildung 21: Einstellungen der Anwendung

10. Hilfe

Neben den Infotexten in den einzelnen Abschnitten der Anwendung gibt es eine allgemeine Hilfeseite.

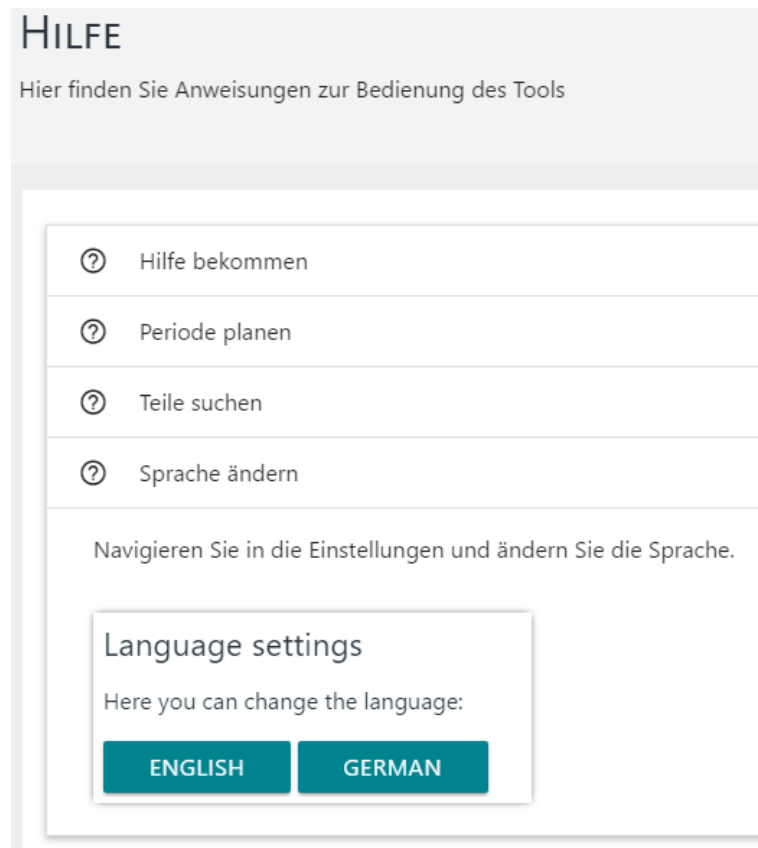


Abbildung 22: Hilfeseite der Anwendung

In dieser erhält der Anwender Unterstützung bei der Verwendung der angezeigten Punkte. Die Hilfestellungen werden hierbei als Videos dargestellt, in welchen die einzelnen durchzuführenden Schritte ausgeführt werden.

Auf diese Weise lässt sich der Anwender optimal unterstützen und erhält selbsterklärende Informationen, sodass die Anwendung ohne weitere Unterstützung genutzt werden kann.

11. Berechnung von Bestellmenge und –risiko

Nahezu alle Berechnungen des Servers entsprechen den Richtlinien des Handbuchs der Simulation. Eine Besonderheit stellt die Berechnung des Bestellrisikos dar. Die Disposition der Kaufteile findet bedarfsgesteuert statt und richtet sich somit nicht nach Durchschnittswerten. Jedes Kaufteil wird anhand seiner Lieferschwankungen unterschiedlich behandelt. Besitzt ein Teil eine Wiederbeschaffungszeit W und eine Lieferabweichung L , so wird ein Verhältnis zwischen W und L bestimmt (Risiko der Bestellung). Abhängig von diesem Verhältnis wird die Wahrscheinlichkeit berechnet, zu der ein Kaufteil innerhalb einer bestimmten Zeitspanne eintrifft. Die maximale Lieferzeit (*worst case*) eines Teils wird berechnet durch

$t = W + R * L$, wobei der Risikofaktor R verschiedene Werte annehmen kann:

- $R = 1$ falls $\frac{L}{W} > 0.2$
- $R = 0.75$, falls $0.15 < \frac{L}{W} < 0.2$
- $R = 0.5$ sonst

12. Verwendete Technologien

Die verwendete Technologie entspricht einem Client-Server-Modell, welches die zu bewältigenden Aufgaben aufteilt. Der Server dient dem Ablegen, Kalkulieren und Bereitstellen von Daten, der Client stellt die angeforderten Informationen auf einer intuitiven Oberfläche dar.

Der Anwendungsserver basiert auf Java und verwendet das Framework *Spring Boot*. Auf dem Datenbankserver wird das Datenbanksystem *h2* verwendet. Clientseitig werden *HTML* und *Angular*, zusammen mit weiteren Frameworks zur Ausgabe von Daten verwendet. Die Vorteile dieser Technologien liegen vor allem in deren Performance und Wiederverwendbarkeit. Sowohl die Datenbank als auch der Client lassen sich einfach ersetzen. Die Kommunikation zwischen dem Client und Server basiert auf dem *REST*-Architekturstil und wird über das *http*-Protokoll realisiert.

Die Architektur ist in der folgenden Abbildung dargestellt.

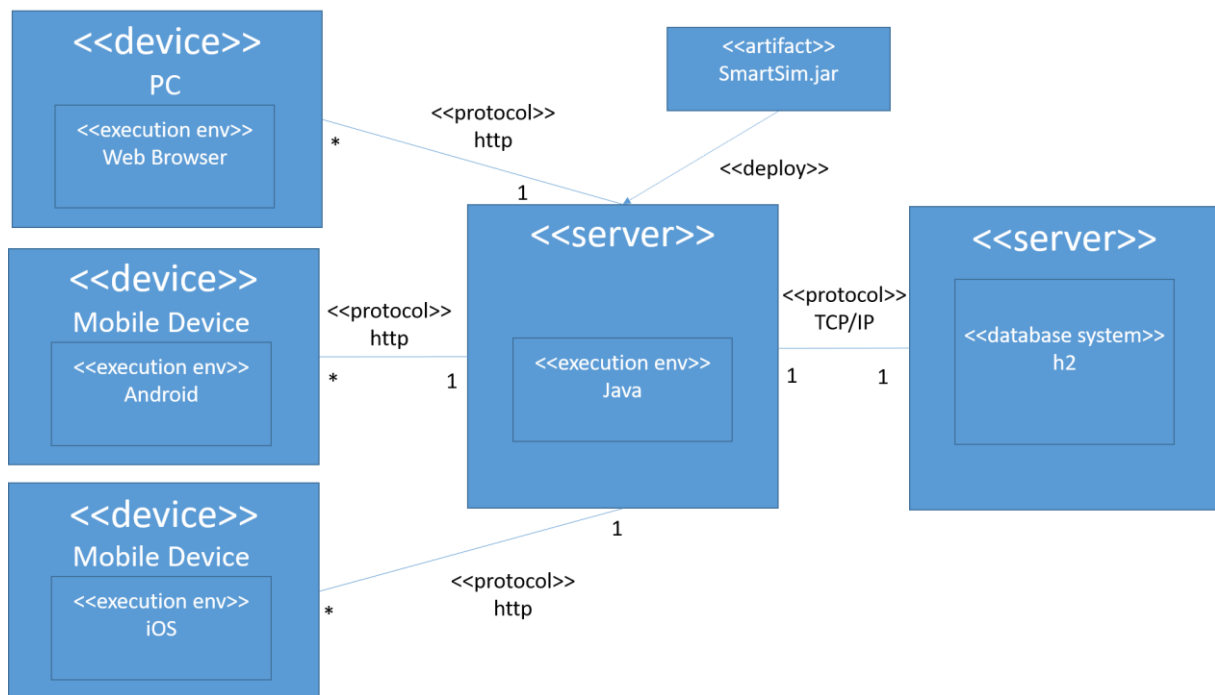


Abbildung 23: Architektur

Als Laufzeitumgebung des Anwendungsservers wird *Java* in der Version 1.8 verwendet. Die bevorzugten Clients sind PCs oder mobile Endgeräte. Für den Zugriff auf die Anwendung wird ein Internetbrowser benötigt. Hierbei kann der Server beliebig viele Clients bedienen.

12.1. Client

Angular ist ein *JavaScript*-Framework aus dem Hause Google. Es dient dazu, performante *Single Page Applications* entwickeln zu können. Eine Single Page Application bietet den Vorteil, dass diese einmalig beim ersten Aufruf initialisiert wird und weitere Ladezeiten lediglich für das Abfragen explizierter Ressourcen anfallen. Alle weiteren Aktionen werden unmittelbar ausgeführt, ohne dass weitere Abfragen nötig sind.

Für die Implementierung kommt *TypeScript* zum Einsatz. TypeScript kann als eine Erweiterung von JavaScript angesehen werden. Somit besitzt es dessen starke Performance und darüber hinaus zahlreiche weitere Features, wie den Möglichkeiten der typsicheren Programmierung.

12.2. Datenbankserver

h2 ist ein kostenloses Java/SQL-Datenbank-System, mit welchem Webdienste und Software bedient werden können. Durch seine nahe Entwicklung am SQL-Standard bietet h2 nahezu alle Eigenschaften und Funktionen von SQL.

Im Allgemeinen werden in der Datenbank nur unbedingt benötigte Daten abgelegt, was zu erheblichen Verbesserungen der Performance führt.

12.3. Anwendungsserver

Spring Boot dient dem Erstellen ausführbarer Java-Anwendungen. Spring Boot bringt vor allem den Vorteil der Konfiguration mit sich. Dank Konventionen werden keine XML-Dateien für die Konfigurationen benötigt.