



Hochschule Augsburg Postfach 11 06 05 D-86031 Augsburg

**Hochschule
Augsburg** University of
Applied Sciences

An Praktikantenbetreuer

Name: Tobias Metzger

Matrikelnummer: 2025852

Fakultät für
Maschinenbau und
Verfahrenstechnik

Checkliste der wichtigsten Kriterien für den Praktikumsbericht

Mit der Unterschrift nach dem jeweiligen Kriterium bestätige ich, die Vorgaben auf der Webseite der Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik der Hochschule Augsburg eingehalten zu haben. Etwaige Abweichungen führen zu einer Zurückweisung des Berichtes.

Link: <http://www.hs-augsburg.de/fakultaet/maschinenbau/studium/praxissemester/index.html>

Kriterium	Vorgabe	Zeichen im Bericht	Unter- schrift
Deckblatt	vollständig ausgefüllt	-	T. Metzger
Inhaltsverzeichnis	max. 1 Seite	-	T. Metzger
Einleitung / Einführung	max. 1 Seite max. 1.900 Zeichen*	950	T. Metzger
Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs	max. 1 Seite max. 1.900 Zeichen*	1.224	T. Metzger
Aufgabenstellung	max. 1 Seite max. 1.900 Zeichen*	1.403	T. Metzger
Inhalt	max. 10 Seiten max. 15.000 Zeichen*	13.189	T. Metzger
Zusammenfassung / Ausblick	max. 1 Seite max. 1.900 Zeichen*	935	T. Metzger
Abbildungs- und Tabellenverzeichnisse	Vorhanden	-	T. Metzger
Literaturverzeichnis	Vorhanden	-	T. Metzger
Stellungnahme	max. 1 Seite max. 1.900 Zeichen*	1.605	T. Metzger
Ordentliche und vollständige Quellenangabe			T. Metzger
Wissenschaftlicher Schreibstil			T. Metzger
Alle Abbildungen/Tabellen mit Abbildungs- bzw. Tabellenunterschrift und einem Verweis aus dem Text heraus			T. Metzger
Fokus auf <u>ein Projekt</u> sofern mehrere Projekte in der Praktikumszeit bearbeitet wurden			T. Metzger

* ohne Leerzeichen

Hochschule für angewandte
Wissenschaften Augsburg
University of Applied Sciences

An der Hochschule 1
D-86161 Augsburg

Telefon +49 821 55 86-0
Fax +49 821 55 86-3222
www.hs-augsburg.de
info@hs-augsburg.de

Anfahrt:
Campus am Brunnenlech
Anfahrt Brunnenlechgässchen

ÖPNV:
Straßenbahnlinien 2 und 3
Haltestelle
Haunstetter Straße/FH
DB-Haltepunkt:
Augsburg - Haunstetter Straße



Deckblatt für den Praxisbericht

Metzger, Tobias

(Name, Vorname)

Matrikel-Nr.: 2025852

E-Mail-Adresse: tobias.metzger@hs-augsburg.de

Bachelor-
studiengang:

Maschinenbau

Betreuer/-in
(in der Fakultät):

Prof. Hörmann

Bericht Nr. 1 ☒ 2 ☐
(Anzahl der Berichte nach Vorgabe der Fakultät)

Praxissemester

SS/WS:

2020

Ausbildungsstelle:
(Firma, Behörde)

Fraunhofer Institut für
Gießerei-, Composite- und
Verarbeitungstechnik (IGCV)

Am Technologiezentrum 10
86159 - Augsburg



bitte freilassen



Ausbildungsbeauftragte/-r (Firma):

Steffen Ziegler, 0821/90678-131

(Name, Tel.-Nr. der/des Ausbildungsbeauftragten)

Bericht gesehen:

Steffen Ziegler

(Unterschrift der/des Ausbildungsbeauftragten)

Praktikumszeitraum: vom 01.03.2020 bis 31.07.2020

Berichtszeit: vom 02.03.2020 bis 07.06.2020

Ausbildungsgebiet:
(Thema)

Konstruktion, Fertigung und Montage eines Demonstrators für
Produktplanungs- und Steuerungssysteme

Der Unterzeichnende versichert, den Bericht selbstständig und nur unter Zuhilfenahme der genannten Hilfsmittel angefertigt zu haben.

Augsburg, 15.06.2020

(Ort, Datum)

T. Metzger

(Unterschrift der/des Studierenden)

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung.....	2
2. Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs	3
3. Aufgabenstellung.....	4
4. Aufbau und Funktionsweise	5
4.1 Die Werkstücke „Würfelhälften“	6
4.2 Konstruktion der Blackbox und des Würfelmagazins	7
5. Programmierung einer Benutzeroberfläche	9
5.1 Ablauf der Interaktion	10
5.2 Betrachtung der Datei index.php	11
5.3 Hinzufügen weiterer Verfahren	13
6. Ausblick	14
7. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen	15
8. Literaturverzeichnis.....	15
9. Stellungnahme	17

1. Einleitung

Das Fraunhofer Institut für Gießerei-, Composite- und Verarbeitungstechnik (IGCV) ist eine Forschungseinrichtung unter dem Dach der Fraunhofer-Gesellschaft zur Förderung der angewandten Forschung e.V.. Am Standort Augsburg forscht das Institut in den Schwerpunkten Engineering, Produktion und Multimateriallösungen. [vgl. 1]



Abbildung 1: Das neue Hauptgebäude des Fraunhofer IGCV am Technologiezentrum Augsburg

Im Bereich der Produktion verlangt der stetig steigende Wettbewerbsdruck von den deutschen Unternehmen flexibel und agil zu handeln. So muss zum einen beispielsweise der Ausfall einer Fertigungsmaschine kompensiert werden können, ohne den Betrieb der betroffenen Produktionsstrecke stoppen zu müssen. Zum anderen steigt die Nachfrage nach stark individualisierten Produkten. Das Fraunhofer IGCV forscht deshalb unter anderem an Lösungsansätzen zur Optimierung der Produktionsplanungs- und Steuerungssysteme (PPS) [vgl. 2, S. 282]. Hier arbeitet auch die Abteilung „PPS-Demonstrator“, in welcher dieses Praxissemester unter Leitung von Herrn Steffen Ziegler absolviert wird.

2. Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs

Woche	Zeitraum	Tätigkeit
1	02.03.2020 – 08.03.2020	Einarbeitung in die Aufgabenstellung
2	09.03.2020 – 15.03.2020	Einarbeitung in Siemens NX12; Beschaffung von Aluprofilen für den Teststandbau
3	16.03.2020 – 22.03.2020	Konstruktion der Fertigungsplattform
4	23.03.2020 – 29.03.2020	Einarbeitung in Solid Edge als Alternative zu NX12 (<i>Beginn Homeoffice</i>)
5	30.03.2020 – 05.04.2020	Detaillierung der Einzelkomponenten
6	06.04.2020 - 12.04.2020	Erstellung der Stückliste; Einholung von Angeboten und Preisen
7	13.04.2020 – 19.04.2020	Besprechung mit anderen Abteilungen des Projektes PPS Demonstrator; Überarbeitung der Konstruktion
8	20.04.2020 – 26.04.2020	Auswahl eines Frameworks/Planung für die Erstellung einer Benutzeroberfläche des Demonstrators
9	27.04.2020 – 03.05.2020	Einarbeitung in HTML 5, SQL, JavaScript und PHP; Einarbeiten in Serverstrukturen und Datenbanken
10	04.05.2020 – 10.05.2020	Erstellung einer Benutzeroberfläche für den Demonstrator
11	11.05.2020 – 17.05.2020	Erstellen eines Website-Tools für die Rentabilitätsbewertung von automatisiertem/r Werkzeugtransport/-montage (Projekt AutoWerk)
12	18.05.2020 – 24.05.2020	Anforderung von Angeboten für Messtisch und Greifer; Finale Arbeiten am CAD-Modell
13	25.05.2020 – 31.05.2020	Erweiterung der Funktionalität der Benutzeroberfläche
14	01.06.2020 – 07.06.2020	Programmierung einer Funktion für die Erstellung von Aufträgen in der Benutzeroberfläche

Tabelle 1: Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs

3. Aufgabenstellung

Ausgangslage ist eine Bosch-Rexroth-Anlage zur Simulation von linearen Fertigungsprozessen [Abbildung 2], bestehend aus drei Stationen: in Station 1 (von r.) werden Rohteile aus einem Magazin in den Prozess eingeschleust, in Station 2 automatisch montiert und in Station 3 mit einem kartesischen Roboter eingelagert. Dabei hat jedes Bauteil eine ID und kann nachverfolgt werden. Bisher kann man also einen automatisierten Montagevorgang darstellen, jedoch ist eine tiefergehende Betrachtung des Forschungsgebietes PPS nicht möglich.



Abbildung 2: Bestehende Bosch-Rexroth-Anlage [3]

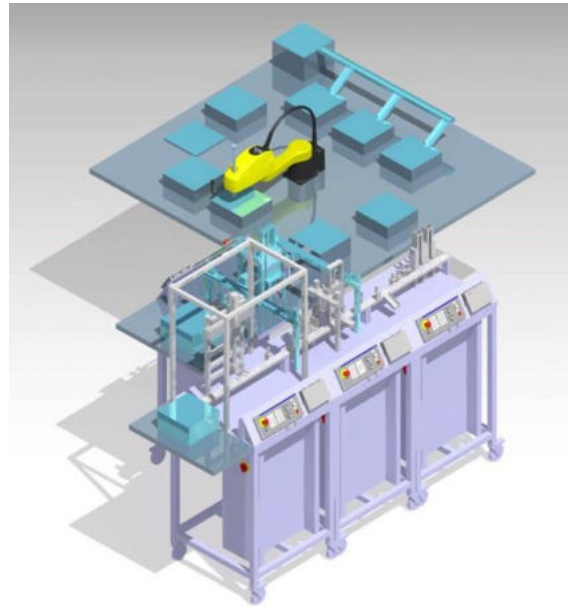


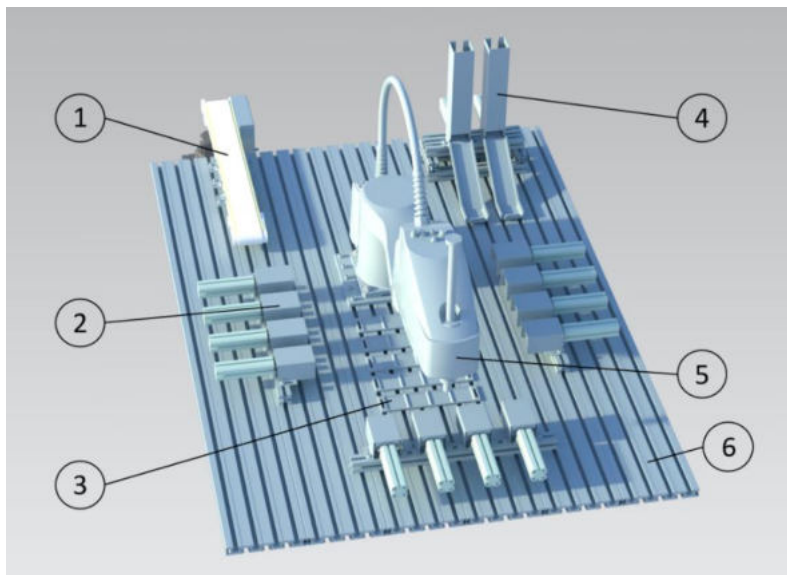
Abbildung 3: Konzept der Anlagenerweiterung [3]

Eine Erweiterung der bestehenden Anlage [Abbildung 3] eröffnet zusätzliche Forschungsmöglichkeiten im Bereich der Produktionsplanung und -steuerung. Grundlage für den Demonstrator ist eine Bachelorarbeit, in welcher ein Konzept für den PPS-Demonstrator ausgearbeitet wurde. Ziel des Projekts ist die Entwicklung einer cyber-physischen Fertigungsplattform, auf welcher Ort und Bearbeitungsfortschritt jedes Werkstücks nachvollzogen werden kann. Außerdem soll eine intelligente Steuerung die Standzeiten der Fertigungsmaschinen minimieren und die Maschinennutzung so planen, dass die Kapazitäten der Produktionslinie optimal genutzt werden können. So soll schnell und agil auf einen Ausfall einer Fertigungsanlage reagiert, bzw. ein Auftrag von hoher Priorität eingeschoben werden können. Innerhalb des Praxissemesters soll hierfür die Grundlage durch Konstruktion und Montage der Fertigungsplattform und Programmierung einer simplen Benutzeroberfläche geschaffen werden.

4. Aufbau und Funktionsweise

Das neue Modul des PPS-Demonstrators ist eine Fertigungsplattform, welche die Herstellung von Würfelhälften simuliert und in zwölf Stationen aufgeteilt ist. Jede Station besteht aus einer Blackbox (dt. „Schwarze Kiste“ – steht für ein geschlossenes System unter Vernachlässigung des inneren Aufbaus) mit einem Pneumatikzylinder, welche von einer zentralen Speicherprogrammierbaren Steuerung (SPS) [vgl. 17] gesteuert werden. In jeder Blackbox befindet sich ein Radio-frequency Identification - Transponder (RFID – dt. Identifikation mithilfe elektromagnetischer Wellen) [vgl. 4]. An jeder Würfelhälfte sind ein RFID-Lesegerät, ein Mikrocontroller, ein Akkumulator sowie an jeder der vier Kanten eine Red-Green-Blue – Light-emitting Diode (RGB-LED – dt. Rot-Grün-Blau - Lumineszenzdiode) [vgl. 5, 6] angebracht. Der Mikrocontroller wertet die Daten des RFID-Lesegerätes aus und passt die Farbe der LEDs an. Somit bewirkt jede Station eine Farbänderung der Würfelhälfte. Dies dient als Indikator für einen vollzogenen Bearbeitungsschritt. Nachfolgend soll zuerst der Aufbau der Plattform und anschließend ihre Funktionsweise dargestellt werden.

Zum Verständnis der erwähnten Baugruppen wird zunächst ein kurzer Überblick über den Demonstrator gegeben.

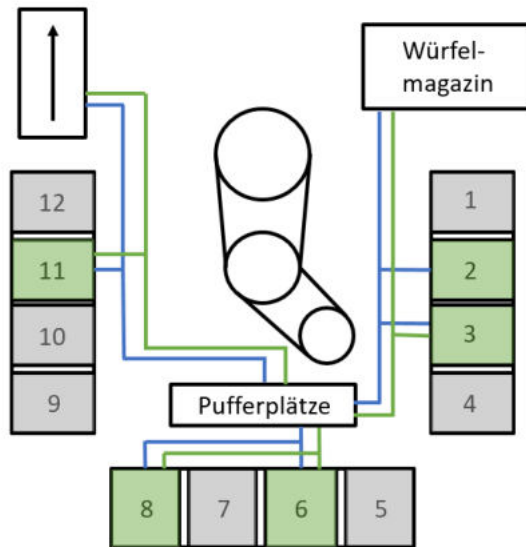


- (1) Förderband
- (2) Blackbox
- (3) Pufferplatz
- (4) Würfelmagazin
- (5) SCARA-Roboter
- (6) Profilplatte

Abbildung 4: Baugruppen des Demonstrators

Die Basis des Demonstrators [Abbildung 4] bildet die Profilplatte (6), welche auf einem Messtisch verschraubt wird. Mittig auf der Platte sitzt der Selective Compliance Assembly Robot Arm - Roboter (SCARA – dt. Horizontaler Knickarmroboter: Roboter mit nachgiebiger kinematischer Kette in der Horizontalen und steifer kinematischer Kette in der Vertikalen) [vgl. 7] (5), dessen Energieversorgung und Anschlüsse an die SPS nach unten abgeführt werden. Direkt vor dem Roboter sind vier Leisten mit Pufferplätzen (3) montiert, welche an drei Seiten von je vier Blackboxen (2) eingefasst werden. Die Pneumatik- und SPS-Anschlüsse der Pneumatikzylinder in den Blackboxen werden ebenfalls unter die Platte abgeführt. Hinter dem Roboter sitzt ein Förderband (1), mit Anschluss an die SPS und Stromversorgung unter der Profilplatte und ein Würfelmagazin (4), dessen Pneumatik und SPS-Anschluss ebenfalls unter die Tischplatte abgeführt wird.

Nun soll auf die Funktionsweise des PPS-Demonstrators eingegangen werden.



Station 2: Drehmaschine mit max. Werkstückdurchmesser von 50 mm
 Station 3: Drehmaschine mit max. Werkstückdurchmesser von 100 mm
 Stationen 6/8: Bohrmaschinen
 Station 11: Anlage zum Feuerverzinken (bis zu 10 Wellen gleichzeitig)

Abbildung 5: Funktionsweise des Demonstrators

1. Würfelhälften (Werkstücke) im Magazin
2. Einbringen des Werkstücks in den Prozess über Würfelrutsche
3. Transport des Werkstücks durch SCARA-Roboter zur ersten aktiven Bearbeitungsstation
4. Transport des Werkstücks in die Blackbox, Bearbeitung des Werkstücks
5. Weitere Verarbeitung, Zwischenlagern oder Abtransport des Werkstücks durch SCARA-Roboter
 - 5.1 Zwischenlagerung des bearbeiteten Werkstücks auf den Pufferplätzen
 - 5.2 Transport zur nächsten Bearbeitungsstation
 - 5.3 Transport des Werkstücks zum Förderband
6. Abtransport des Werkstücks mit dem Förderband

Mithilfe eines Beispiels soll die Nähe zur Praxis des Demonstrators gezeigt werden:

Eine Firma bietet zwei verschiedene Wellen für Motorroller an (Abbildung 5). Welle A hat einen Durchmesser von 40 mm und an beiden Stirnseiten eine M10 Bohrung (blauer Pfad). Welle B hat einen Durchmesser von 55 mm und ebenso eine M10 Bohrung an jeder Stirnseite (grüner Pfad). Die Wellen werden zuerst gedreht, anschließend gebohrt und zuletzt feuerverzinkt. Die Bestellmengen der beiden Wellentypen variieren über den Jahresverlauf stark. Da die Welle B nur auf der Station 3 gefertigt werden kann, aber den größeren Teil des Umsatzes ausmacht, wird ein optimiertes PPS System eingesetzt. So kann agil auf neue Aufträge reagiert und die Standzeit der Maschinen, sowie Lieferzeiten der Wellen minimiert werden.

4.1 Die Werkstücke „Würfelhälften“

Nachfolgend werden die Würfelhälften, welche die Werkstücke darstellen genauer untersucht. An jeder Kante der Würfelhälften befindet sich eine RGB-LED (in der Abbildung nicht dargestellt) und die zugehörige Elektronik wird innerhalb der Hälfte angebracht. Die Farbe der LEDs lässt sich über einen RFID-Transponder ändern. Mithilfe des additiven Verfahrens Fused Deposition Modeling (FDM - dt. Schmelzschichtung) [vgl. 8] werden die Würfelhälften aus dem Kunststoff Polyactid (PLA) hergestellt. Mithilfe von vier Stahlstiften können diese zu einem Würfel verpresst werden. Der Vorgang des Verpressens wird auf der bereits bestehenden Bosch-Rexroth-Anlage durchgeführt.

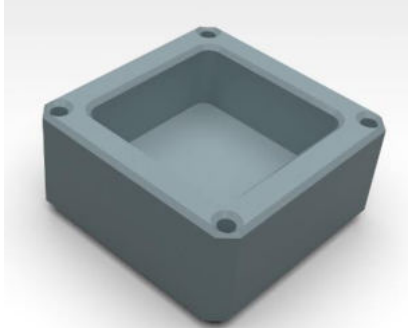
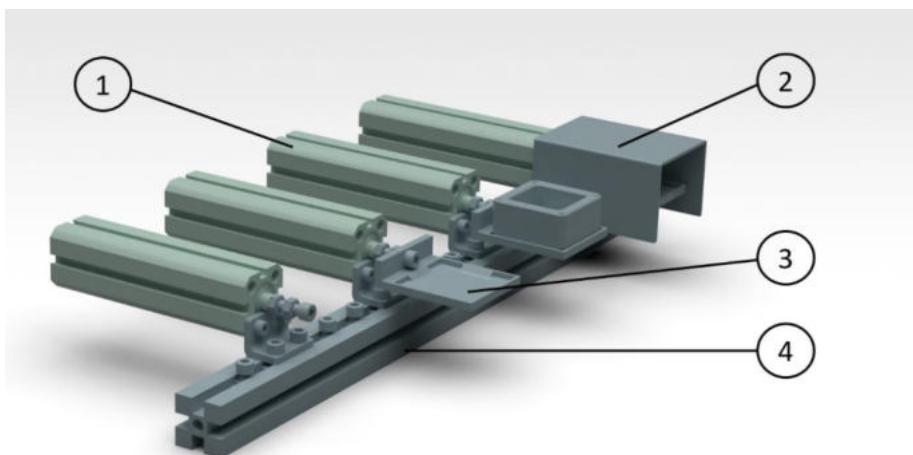


Abbildung 6: Isometrische Ansicht „Würfelhälfte“

4.2 Konstruktion der Blackbox und des Würfelmagazins

Ziel ist die Erstellung einer Anlage zu Demonstrationszwecken. Aus diesem Grund wird, wo möglich, auf vorhandenes Material bzw. Eigenanfertigungen zurückgegriffen. Auch bei der Auswahl der Bestellteile und Herstellung im Institut soll auf einen optimalen Ressourcenverbrauch geachtet werden. Neben klassischen spanabhebenden Fertigungsmethoden stehen additive Verfahren nach dem Prinzip des FDM zur Verfügung.

Jede Blackbox soll eine Bearbeitungsstation darstellen. Der Bearbeitungszustand des Werkstücks wird über die RGB-LEDs des Würfels dargestellt. Die Farbänderung wird durch einen RFID-Transponder in der Blackbox initiiert. Es werden immer vier Blackboxen auf ein Aluprofil (4) montiert. Eine Blackbox besteht aus einer Pneumatikeinheit (1), einem Schieber (3) und einer Abdeckung (2). Auf eine genauere Aufschlüsselung der Blackbox in einzelne Bauteile wird an dieser Stelle verzichtet, das Bauteil Schieber wird aber genauer untersucht.



- (1) Pneumatikeinheit
- (2) Abdeckung
- (3) Schieber
- (4) Strebenprofil

Abbildung 7: Aufbau der Blackboxen

Der Schieber hat die Aufgabe ein zu bearbeitendes Werkstück in einer definierten Position und Orientierung unter die Abdeckung und unter dieser hervor zu transportieren. Der Schieber ist so konstruiert, dass er einerseits aus Stahlblech hergestellt werden kann und andererseits geringe Abweichungen beim Ablegen des Werkstücks durch den Roboter korrigiert. Die Korrektur erfolgt, da die Ablagefläche für das Werkstück zum einen etwas größer als die Würfelhälfte ist und zum anderen an jeder Kante eine Fase zur Innenseite hat. So gleitet das zu bearbeitende Teil in den Schieber.

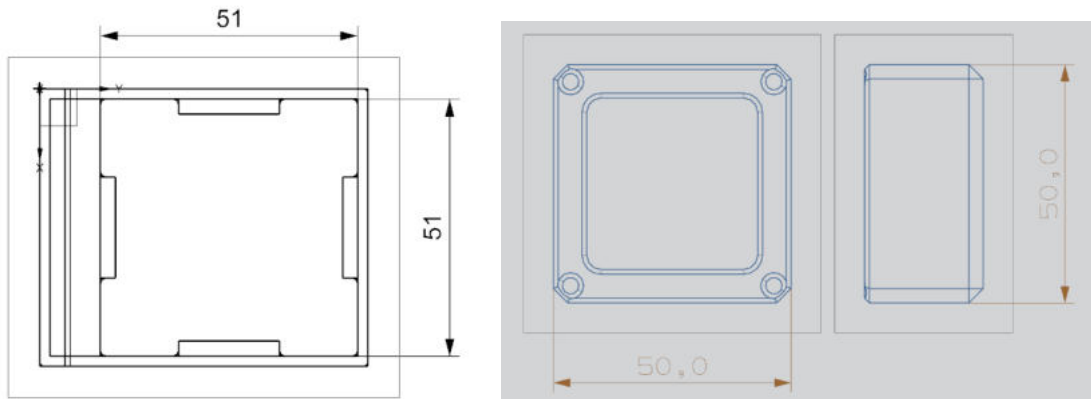


Abbildung 8: Aufbau und Vergleich von Schieber und Werkstück

Ausgangslage für die Konstruktion des Würfelmagazins ist ein Konzept aus einer vorhergehenden Bachelorarbeit. So besteht die Aufgabe des Würfelmagazins darin, die Fertigungsplattform mit Rohteilen zu versorgen. Die Würfelhälften werden einzeln aus der Maschine in das Produktionssystem eingeführt. Die Anzahl der bearbeitbaren Würfelhälften wird durch die Höhe der Lagertürme begrenzt. Durch die Lagerung in den Lagertürmen muss der Benutzer für die Zeit der Bearbeitung nicht in den Prozess eingreifen oder die Würfel nachfüllen. Die unterste Würfelhälfte wird durch einen pneumatischen Zylinder auf die Würfelrutsche geschoben. Diese bewirkt, dass sich die Lagertürme außerhalb des Arbeitskreises des SCARA-Roboters befinden, wodurch Kollisionen vermieden werden. Über die Rutsche rutscht die Würfelhälfte in eine festgelegte Position, an der der SCARA-Roboter sie erreichen kann. Da für den Transport der Würfelhälften durch die Rutsche ein Gefälle nötig ist, sind die Türme durch Montage auf Aluprofilen erhöht.

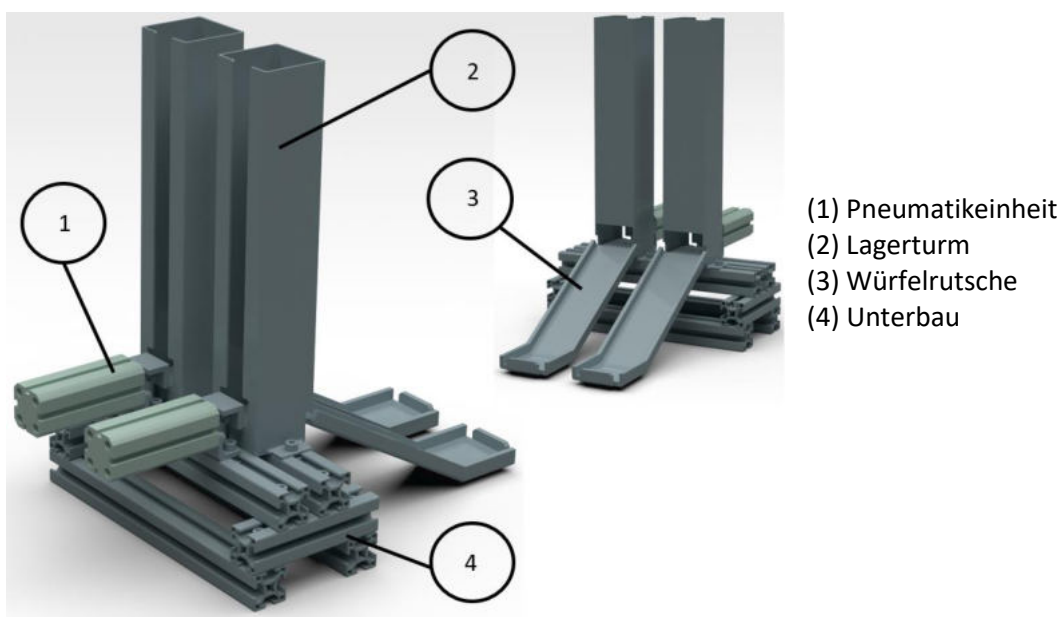


Abbildung 9: Aufbau des Würfelmagazins

Die Basis des Würfelmagazins ist ein Unterbau (4) aus Bosch-Rexroth-Profilen. Auf diesen sind zum einen zwei Pneumatikeinheiten (1), zwei Lagertürme (2), welche Platz für je elf Würfelhälften bieten und zwei Würfelrutschen (3) montiert.

5. Programmierung einer Benutzeroberfläche

Da der Demonstrator auf Messen ausgestellt wird und dort auch von interessierten Messebesuchern bedient werden kann, ist ein intuitives und ansprechendes User Interface (UI – dt. Benutzeroberfläche) [vgl. 9] nötig. Einerseits sollen für jede Blackbox ein Bearbeitungsverfahren und die Dauer der Bearbeitung ausgewählt werden können. Andererseits soll die Möglichkeit bestehen, Aufträge und Reihenfolgen von Bearbeitungsschritten einzugeben und zu speichern. Um diesen Anforderungen gerecht zu werden wird die Benutzeroberfläche als Website-Tool programmiert.

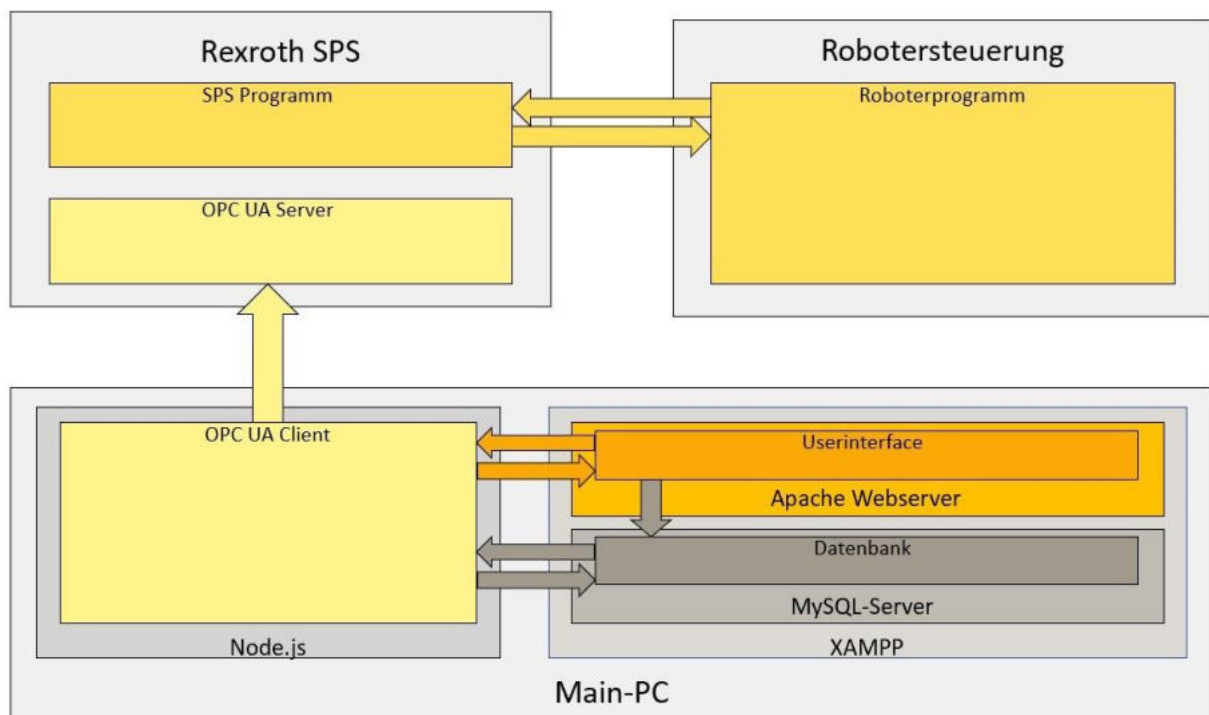


Abbildung 10: Architektur des PPS-Demonstrators

Die Pfeile in der Abbildung stellen Informationsflüsse in Form von Variablen und IO-Signalen (input/output – dt. Eingang/Ausgang) [vgl. 10, 11] dar.

Auf dem Hauptrechner (Main PC) läuft zum einen die PHP-Entwicklungsumgebung (PHP: Hypertext Preprocessor – Scriptsprache zur Erstellung dynamischer Webseiten oder Webanwendungen) [vgl. 12] XAMPP, welche einen SQL-Server (Structured Query Language – dt. Strukturierte Abfragesprache) [vgl. 13] und einen Webserver hostet. Diese Entwicklungsumgebung wurde ausgewählt, da es sich um eine kostenlose Open-Source Software handelt (dt. frei verfügbarer Quellcode). Sie beinhaltet nützliche Module wie ein Datenbankverwaltungssystem oder einen Webserver. Der SQL-Server wird mithilfe des Moduls MySQL der Entwicklungsumgebung XAMPP betrieben und stellt Zugriff auf eine Datenbank zur Verfügung. Der Webserver wird durch das Modul Apache HTTP Webserver gehostet, auf welchem die Webseite „User Interface“ gespeichert ist. Auf dem

Hauptrechner wird zusätzlich ein OPC UA Klient (Open Platform Communication Unified Architecture – dt. plattformunabhängige Service-Architektur) [vgl. 14] betrieben, welcher einen Datenfluss vom User Interface und der Datenbank zur SPS ermöglicht. Der OPC UA Klient läuft innerhalb der Laufzeitumgebung Node.js. Als SPS dient ein System von Bosch-Rexroth. Diese enthält einen OPC UA Server, welcher den Empfang von Daten vom Hauptrechner ermöglicht. Zusätzlich dazu kommuniziert die SPS mit der Robotersteuerung des SCARA-Roboters.

Die Benutzeroberfläche besteht zum einen aus einer Ansicht des Demonstrators von oben. Diese bietet die Möglichkeit jede Blackbox zu konfigurieren und stellt den gewählten Prozess grafisch dar (2). Gewählt werden kann die Bearbeitungsdauer in Sekunden (1) und ein Verfahren (3).

Zum anderen befindet sich unterhalb der Blackboxen ein Konfigurator für Aufträge. In diesem kann die Reihenfolge der Bearbeitungsschritte und die Stückzahl der zu bearbeitenden Teile festgelegt werden. Die Anzahl der Bearbeitungsschritte und Aufträge in der Warteschleife ist unbegrenzt. Zum Abgabezeitpunkt dieses Praktikumsberichtes ist die Auftragskonfiguration allerdings noch nicht fertiggestellt, weswegen sich hier bisher keine Abbildung davon befindet.

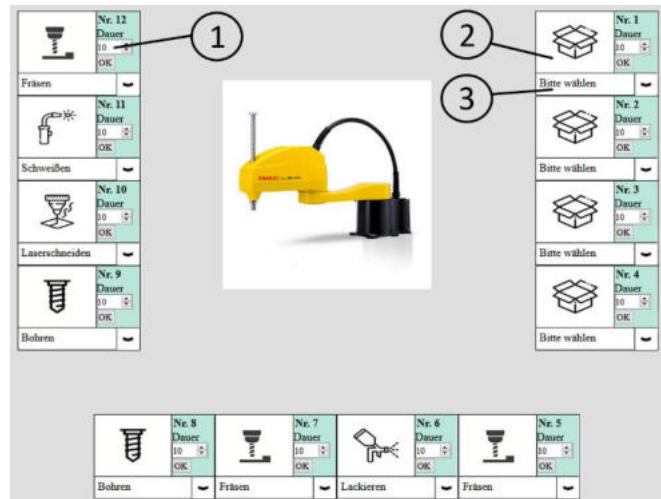


Abbildung 11: Darstellung der Benutzeroberfläche

5.1 Ablauf der Interaktion

Insgesamt werden drei verschiedene Dateien sowie zwei verschiedene Dateitypen benötigt, um das UI darzustellen und seine Funktion gewährleisten zu können. Diese werden nachfolgend genauer erläutert und sind in **Abbildung 10** dargestellt.

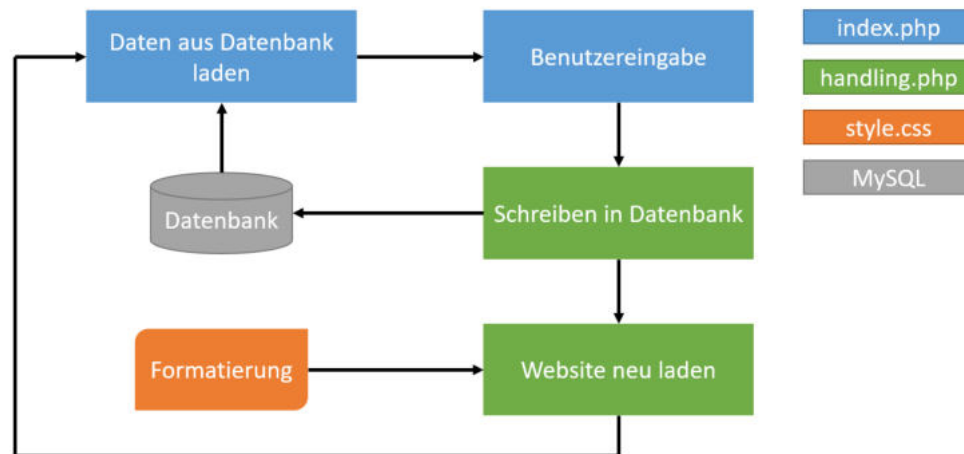


Abbildung 12: Ablauf der Aktionen bei Nutzereingabe

1. Laden der Datei index.php: visuelle Darstellung der Benutzeroberfläche und Aufruf der aktuellen Inhalte der Datenbank
2. Zugriff auf Datei style.css: Formatierungen der Webseite wie Schriftgröße, Farbe oder Orientierung der Elemente
3. Registrierung einer Nutzereingabe – Eingabe von Bearbeitungsdauer oder Verfahren
4. Aufruf der Datei handling.php: Prüfung ob es sich um erstmalige Anwendung des Skriptes handelt
 - 4.1 Erstmalige Anwendung: Erstellen einer neuen Datenbank und Tabelle mit Standarddaten, anschließende Aktualisierung
 - 4.2 Bestehen von Datenbank und Tabelle: Aktualisierung
5. Erneutes Laden der Datei index.php

Durch den Aufruf von handling.php wird das Skript vom Browser automatisch visuell dargestellt – da es sich dabei aber um ein rein für die Funktionalität zuständiges Skript handelt würde der Browser nur den Skripttext darstellen. Dies gilt es zu verhindern. Daher wird nach Abschluss der Aufgaben – dem Aktualisieren von Datenbank und Tabellen – die Seite index.php erneut geladen.

5.2 Betrachtung der Datei index.php

Die Besonderheit dieser Datei liegt darin, dass drei verschiedene Auszeichnungs- und Scriptsprachen – Hypertext Markup Language 5 (HTML – dt. Hypertext-Auszeichnungssprache) [vgl. 15], PHP und JavaScript (JS – eine Skriptsprache für dynamisches HTML in Webbrowsern) [vgl. 16] – miteinander kombiniert werden. So kann eine optimale Ausnutzung der Vor- und Nachteile jeder einzelnen dieser Sprachen ermöglicht werden.

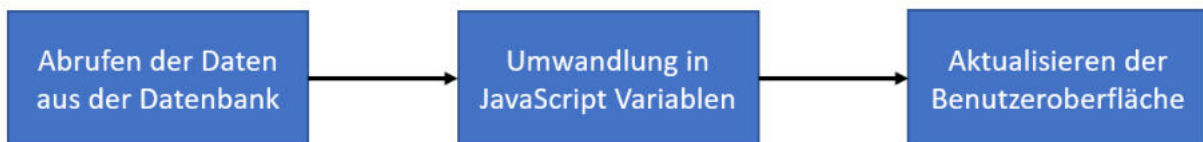


Abbildung 13: Essenzielle Schritte im Ladevorgang der Datei index.php

Mithilfe von HTML 5 wird die Webseite visuell vom Webbrowser dargestellt. Durch die Auszeichnungssprache werden Inhalt und Aufbau der Webseite festgelegt und strukturiert. JS sorgt für eine Verarbeitung der Benutzerinteraktion und passt Inhalte der Webseite an – ändert beispielsweise das dargestellte Bearbeitungsverfahren. PHP ist für den Datenaustausch zwischen der Webseite und der Datenbank zuständig und sorgt für die Formulierung und Ausführung von im PHP-Skript Befehle für den MySQL-Server. So kann das JS-Skript unter anderem mit den aktuellen Daten zum ausgewählten Bearbeitungsverfahren versorgt werden. PHP ist jedoch nicht in der Lage, Inhalte der HTML 5 Seite zu ändern, daher wird JS als Bindeglied genutzt.

Nachfolgend wird der Ladevorgang der Webseite erläutert und der dafür nötige Programmtext untersucht.

```
54 <?php // Abfragen von Daten aus Datenbank und Zuordnung zu Variablen
55 $servername = "localhost";
56 $username = "root";
57 $password = "";
58 $dbname = "pps_demonstrator";
59
60 // Verbinde mit der speziellen Datenbank
61 $conn = mysqli_connect($servername, $username, $password, $dbname);
62
63 // Verbindung überprüfen
64 if (!$conn) {
65     if(mysqli_connect_error() == "Unknown database 'pps_demonstrator'") {
66         include 'handling.php';
67     }
68     else{die("Connection failed: " . mysqli_connect_error());}
69 }
70
71 // Daten für Variable "Dauer" und "Werkzeug" für die ID X aus der Datenbank abfragen
72 $sql = "SELECT Dauer, Werkzeug FROM data WHERE id=1";
73 $result = mysqli_query($conn, $sql);
74 $row1 = mysqli_fetch_assoc($result);
75 $Dauer1 = $row1["Dauer"];
76 $Werkzeug1 = $row1["Werkzeug"];
```

Das Bild zeigt einen Ausschnitt aus dem PHP-Skript in der Datei index.php. Der Code ist in vier nummerierte Abschnitte unterteilt, die durch gestrichelte Linien markiert sind:

1. Initialisierung der Datenbankverbindungsvariablen (\$servername, \$username, \$password, \$dbname).
2. Verbindung zur Datenbank herstellen (\$conn = mysqli_connect(...)).
3. Verbindung überprüfen (if (!\$conn) { ... }).
4. Daten für Variable "Dauer" und "Werkzeug" für die ID X aus der Datenbank abfragen (\$sql = "SELECT Dauer, Werkzeug FROM data WHERE id=1"; ...).

Abbildung 14: Ausschnitt aus den PHP-Skript in der Datei index.php

1. Abrufen der aktuellen Daten aus der Datenbank mithilfe eines PHP-Skripts (Abbildung 14)
 - 1.1 Zuordnung der notwendigen Variablen für einen Verbindungsaufbau (1)
 - 1.2 Herstellung einer Verbindung zur Datenbank (2)
 - 1.3 Überprüfung von auftretenden Fehlern (3)
 - 1.3.1 Fehler: Verbindung abbrechen und Fehlermeldung ausgeben
 - 1.3.2 Kein Fehler: Laden der Variablen und Funktionen aus Datei handling.php
 - 1.4 Auslesen der Daten für Bearbeitungsdauer und -verfahren und Zuordnung zu PHP-Variablen (4) – Wiederholung für alle zwölf Stationen
2. Umwandlung der PHP-Variablen in JS Variablen und Aktualisierung des UI (Abbildung 15)
 - 2.1 Definition der Funktion „updateUI“ - Aufgabe: Aktualisierung des Inhaltes der im UI dargestellten Elemente - Eingabeparameter: ID der Bearbeitungsstation, Bearbeitungsdauer, Bearbeitungsverfahren (1)
 - 2.2 Umwandlung der PHP-Variablen in JS-Variablen für jede Bearbeitungsstation (2)
 - 2.3 Aufruf der Funktion „updateUI“ für jede Station (2)

Der Zusammenhang zwischen JS-Befehl und Änderung der HTML Elemente lässt sich anhand der hervorgehobenen Elemente (grafische Darstellung des Bearbeitungsverfahrens (a), Bearbeitungsdauer (b)) nachvollziehen.

```

601 <script> // .php-Variablen in .js-Variablen umwandeln und UI updaten
602
603 function updateUI(id,Dauer,Werkzeug) {
604     var dauer = "dauer_" + id;
605     var source = "pictures/icon_" + Werkzeug + ".png";
606     if (Werkzeug == "default") {
607         Werkzeug = "Bitte wählen";
608     }
609     var werkzeug = "werkzeug_" + id;
610     var image = "img_" + id;
611
612     document.getElementById(dauer).value = Dauer;
613     document.getElementById(werkzeug).innerHTML = Werkzeug;
614     document.getElementById(image).src = source;
615 }
616
617 // Umwandeln der php-Variablen in eine js-Variablen und Verknüpfung mit der UI
618 var Dauer1 = <?php echo json_encode($Dauer1); ?>;
619 var Werkzeug1 = <?php echo json_encode($Werkzeug1); ?>;
620 updateUI(1,Dauer1,Werkzeug1);
  
```

Abbildung 15 zeigt einen Ausschnitt aus dem JS-Skript in der Datei index.php. Die Zeilen 603 bis 615 sind in einem roten gestrichelten Rahmen markiert und mit der Ziffer 1 versehen. Die Zeilen 612 bis 614 sind in einem roten gestrichelten Rahmen markiert und mit den Buchstaben a und b versehen. Die Zeilen 617 bis 620 sind in einem roten gestrichelten Rahmen markiert und mit der Ziffer 2 versehen.

Abbildung 15: Ausschnitt aus den JS-Skript in der Datei index.php

```

305 <div class="Station v"> <!-- Station 1 -->
306 
307
308 <div class="Abspieldauer">
309 <form action="handling.php" method="post">
310 <h4 style="padding: 2px">Nr. 1</h4>
311 <label>Dauer</label>
312 <input type="hidden" name="ID" value="1"/>
313 <input type="hidden" name="Info" value="Dauer"/>
314 <input class="InputZeile" type="number" name="Dauer" id="dauer_1"/>
315 <div class="Confirmation">
316
317 </form>
318
319 </div>
  
```

Abbildung 16 zeigt modifizierte Elemente aus dem HTML-Skript in der Datei index.php. Die Zeilen 306 bis 307 sind in einem roten gestrichelten Rahmen markiert und mit der Ziffer 1 versehen. Die Zeilen 312 bis 314 sind in einem roten gestrichelten Rahmen markiert und mit den Buchstaben a und b versehen.

Abbildung 16: Modifizierte Elemente aus dem HTML-Skript in der Datei index.php

5.3 Hinzufügen weiterer Verfahren

Damit nachfolgende Praktikanten und Mitarbeiter den PPS-Demonstrator in seiner Funktionalität erweitern können, wird gefordert, dass das Hinzufügen neuer Bearbeitungsverfahren einfach und ohne Vorkenntnisse möglich sein muss. Die nötigen Schritte zu einem neuen Verarbeitungsverfahren werden im Folgenden beschrieben.

Im ersten Schritt wird ein Icon des jeweiligen Bearbeitungsverfahrens erstellt und nach dem Schema „icon_Verfahrenstitel.png“ benannt. Die Größe der Datei sollte etwa 512 x 512 Pixel sein und muss im Portable Network Graphics (PNG – dt. portable Netzwerkgrafik) [vgl. 18] Format gespeichert sein. Diese muss auf dem Webserver gespeichert werden. Der Speicherpfad lautet „.../xampp/pps_demonstrator_UI/pictures/“.

Im zweiten Schritt werden in der Datei index.php Veränderungen vorgenommen (Abbildung 17). Nachdem man die Datei mit Notepad++, dem Windows Editor oder einem vergleichbaren Textverarbeitungsprogramm geöffnet hat, fügt man im Abschnitt „Konfigurator“ einen neuen Button im Unterabschnitt „Dropdownmenü“ hinzu. Der neu erstellte Button wird mit „value=‘Verfahrenstitel‘“ gefüllt, wobei diese Bezeichnung exakt dem Titel der Grafik entsprechen muss. Dieser Vorgang wird für alle zwölf Stationen wiederholt.

```
<div class="Station_y"> <!-- Station 1 -->
  

  <div class="Abspieldauer">

  <div class="Dropdownmenü">
    <p id="werkzeug_1" class="Auswahl">Bitte wählen</p>
    <button onclick="myFunction(1)" id="dropdown-img" class="dropbtn"></button>
    <div id="myDropdown1" class="dropdown-content">
      <form action="handling.php" method="post">
        <input type="hidden" name="ID" value="1"/>
        <input type="hidden" name="Info" value="Werkzeug"/>
        <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="...">
        <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="Bohren">
        <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="Fräsen">
        <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="Lackieren">
        <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="Schweißen">
        <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="Laserschneiden">
        <!-- <input class="button" type="submit" name="Werkzeug" value="Verfahrenstitel"> -->
      </form>
    </div>
  </div>
</div>
```

Abbildung 17: Zu modifizierender Abschnitt des HTML-Skripts in der Datei index.php

6. Ausblick

Bedauerlicherweise wurde die Konstruktion des PPS-Demonstrators durch das Corona-Virus und damit eingehendem Arbeiten aus dem Homeoffice gebremst. Daher konnte nicht der erwartete Fortschritt erzielt werden. Dies ist der Grund, weshalb sich dieser Praxisbericht nicht mit der Montage der Fertigungsplattform beschäftigt, sondern sich auf die Konstruktion der Plattform und die Programmierung des UI beschränkt – beides Aufgaben, welche gut im Homeoffice bearbeitet werden konnten.

In den kommenden Wochen sind die Montage und die Fertigung, sowie der weitere Einkauf von Teilen geplant. Es ist das Ziel, den Demonstrator trotz eines zeitlichen Rückstandes zu montieren und zu testen. Die Herstellung der cyber-physischen Kommunikation zwischen den Komponenten und den Werkstücken wird hierbei eine besondere Herausforderung stellen. Falls der zeitliche Rahmen dafür nicht mehr ausreicht, wird das Projekt so vorbereitet, dass eine Übergabe an neue studentische Praktikanten möglich ist. Anschließend kann dieser für tiefergehende Forschungsprojekte und -arbeiten genutzt werden.

7. Verzeichnis der Abbildungen und Tabellen

Abbildung 1: Das neue Hauptgebäude des Fraunhofer IGCV am Technologiezentrum Augsburg.....	2
Tabelle 1: Tabellarische Darstellung des zeitlichen Ablaufs.....	3
Abbildung 2: Bestehende Bosch-Rexroth-Anlage [3].....	4
Abbildung 3: Konzept der Anlagenerweiterung [3].....	4
Abbildung 4: Baugruppen des Demonstrators.....	5
Abbildung 5: Funktionsweise des Demonstrators.....	6
Abbildung 6: Isometrische Ansicht „Würfelhälfte“.....	7
Abbildung 7: Aufbau der Blackboxen.....	7
Abbildung 8: Aufbau und Vergleich von Schieber und Werkstück.....	8
Abbildung 9: Aufbau des Würfelmagazins.....	8
Abbildung 10: Architektur des PPS-Demonstrators.....	9
Abbildung 11: Darstellung der Benutzeroberfläche.....	10
Abbildung 12: Ablauf der Aktionen bei Nutzereingabe.....	11
Abbildung 13: Essenzielle Schritte im Ladevorgang der Datei index.php.....	12
Abbildung 14: Ausschnitt aus dem PHP-Skript in der Datei index.php.....	12
Abbildung 15: Ausschnitt aus dem JS-Skript in der Datei index.php.....	13
Abbildung 16: Modifizierte Elemente aus dem HTML-Skript in der Datei index.php.....	13
Abbildung 17: Zu modifizierender Abschnitt des HTML-Skripts in der Datei index.php.....	14

Alle hier nicht eigens nachgewiesenen Abbildungen stammen vom Autor.

8. Literaturverzeichnis

- [1] Fraunhofer IGCV, *Über uns*, [Online], verfügbar unter: https://www.igcv.fraunhofer.de/de/ueber_uns.html, Aufgerufen am 09.06.2020
- [2] Günther Schuh, Carsten Schmidt, *Produktionsmanagement – Handbuch Produktion und Management 5 – 2. Auflage*, Springer Vieweg, 2014
- [3] *V30 Demonstrator PPS-Erweiterung der Bosch Rexroth Anlage*, [Präsentation], alz,lub,pht,stz, 08.04.2019
- [4] Radiofrequenzidentifikation. In: Brockhaus, [Online], verfügbar unter: <https://brockhaus.de/ecs/enzy/article/rfid>, Aufgerufen am 10.06.2020
- [5] RGB-Farben. In: Brockhaus, [Online], verfügbar unter: <https://brockhaus.de/ecs/enzy/article/rgb-farben>, Aufgerufen am 10.06.2020
- [6] LED. In: Brockhaus, [Online], verfügbar unter: <https://brockhaus.de/ecs/enzy/article/led>, Aufgerufen am 10.06.2020
- [7] FANUC, *SCARA Roboter*, [Online], verfügbar unter: <https://www.fanuc.eu/de/de/roboter/roboterfilter-seite/scara-series/selection-support>, Aufgerufen am 12.06.2020
- [8] Peter Granig, Erich Hartlieb, Bernhard Heiden, *Mit Innovationsmanagement zur Industrie 4.0*, Springer Gabler, 2018, ISBN 978-3-658-11666-8, S. 216
- [9] User Interface. In: PONS, [Online], verfügbar unter: <https://de.pons.com/%C3%BCbersetzung/englisch-deutsch/User+Interface?bidir=1>, Aufgerufen am 13.06.2020
- [10] Input. In: PONS, [Online], verfügbar unter: <https://en.pons.com/translate/english-german/input?bidir=1>, Aufgerufen am 14.06.2020
- [11] Output. In: PONS, [Online], verfügbar unter: <https://en.pons.com/translate/english-german/output?bidir=1>, Aufgerufen am 14.06.2020
- [12] PHP, *PHP-Handbuch*, [Online], verfügbar unter: <https://www.php.net/manual/de/intro-what-is.php>, Aufgerufen am 07.06.2020
- [13] ISO/IEC 9075 -1, *Information technology — Database languages — SQL — Part 1: Framework (SQL/Framework)*, 2011
- [14] Unified Architecture. In: OPC Foundation, [Online], verfügbar unter: <https://opcfoundation.org/about/opc-technologies/opc-ua/>, Aufgerufen am 07.06.2020
- [15] Jörg Bewersdorff, *Objektorientierte Programmierung mit JavaScript*, Springer Verlag, 2018, ISBN 978-3-658-21077-9, S. 34
- [16] Jörg Bewersdorff, *Objektorientierte Programmierung mit JavaScript*, Springer Verlag, 2018, ISBN 978-3-658-21077-9, S. 43 f.
- [17] Europäische Norm EN 61131 – 1, 2004
- [18] ISO 15948 - 2004

9. Stellungnahme

Zusammenfassend ist zu sagen, dass ich in diesem Praktikum sehr viel gelernt habe, was mir sowohl im Studium als auch später im Beruf von Nutzen sein wird. Einerseits habe ich einen tiefen Einblick in die Arbeitsweise eines großen, forschenden Instituts erhalten und kann mir gut vorstellen, später einmal selbst in der Forschung tätig zu sein. Viele der neuen Fähigkeiten, die ich erlernt und Erfahrungen, die ich gemacht habe, werden mir in Hinblick auf mein Studium im Maschinenbau und dem weiteren Berufsweg helfen. Insbesondere in den Fachbereichen Konstruktion und Informatik konnte ich so einige neue Programme und Programmiersprachen kennenlernen. Die im Studium gelernten Methoden konnte ich praktisch anwenden, erweitern und anpassen. Besonders Herrn Prof. Dipl.-Ing. Thalhofer möchte ich für seine Vorlesung „Informatik“ danken, da diese ein stabiles Fundament für mein Praxissemester war. Auch meinem Arbeitskollege Dominik Ziegler möchte ich danken, da dieser mir interessante Einblicke in die Elektrotechnik ermöglichte.

Besonders zu erwähnen ist, dass meine KollegInnen immer freundlich und hilfsbereit waren, ich jederzeit Fragen stellen konnte und mich ernst genommen und integriert fühlte. Die Aufgaben waren abwechslungsreich und klar formuliert, ließen aber auch Raum für Kreativität und eigene Ideen. Bereits nach wenigen Wochen hatte ich die Möglichkeit Verantwortung zu übernehmen und richtungsweisende Entscheidungen mit zu diskutieren. So war ich auch für die Einholung und die Auswahl von Angeboten eingebunden und habe mich direkt mit Lieferanten auseinandergesetzt. Im Besonderen hat mich die Konstruktion und die Einbindung eigener Ideen in das Endprodukt angesprochen.

Die Erweiterung der Praktikumsdauer auf 22 Wochen empfand ich durchaus als positiv und es hat mir wirklich Freude bereitet in diesem jungen und motivierten Team zu arbeiten.