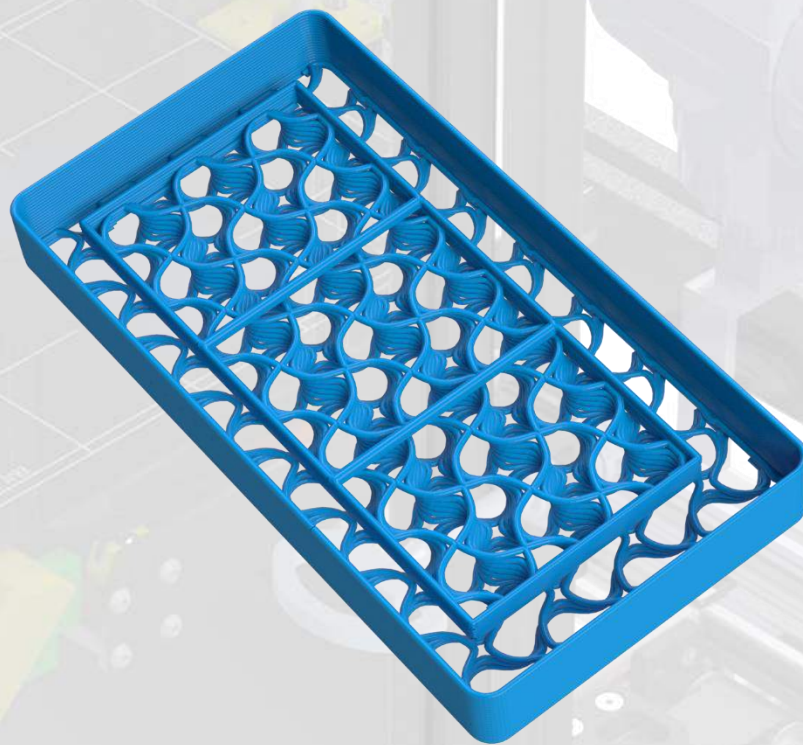


IPA

CP-Factory 3D-Printing

Projektdokumentation



Die Applikation 3D-Printing soll an der Industrie 4.0 Anlage implementiert werden.
Die Applikation soll die technischen Möglichkeiten der Additiven Fertigung und Informatik in der
Industrie aufzeigen.

Das Thema Digitalisierung und Einsatz von neuen Technologien steht im Zentrum.

Lernende
Luca Rosselli
Nino Florjancic

Fachvorgesetzter
Olivier Riesen

Experte
Sandro Burren

1 Inhalt

2	Deklaration	5
3	Vorwort (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	5
3.1	Über uns	5
3.1.1	Luca Rosselli.....	5
3.1.2	Nino Florjancic	5
4	Pflichtenheft (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	6
4.1	Einleitung.....	7
4.2	Aufgabenstellung.....	7
4.3	Aufgabenverteilung	8
4.4	Erwartungen	8
4.5	Grober Soll-Zeitplan.....	9
4.5.1	Nino Florjancic	9
4.5.2	Luca Rosselli.....	9
4.6	Vorbereitungen	9
4.7	Exkludierte Ziele	10
4.8	Rahmenbedingungen	10
4.8.1	PKORG.....	10
4.8.2	Änderungen an der Aufgabenstellung oder Zeitrahmen	10
4.8.3	Datenpräsenz.....	10
4.8.4	Dokumentation.....	10
4.8.5	Geistiges Eigentum	10
5	IPA-Vorbereitung (Nino Florjancic & Luca Rosselli).....	11
5.1	Bereichsübergreifende Projekte.....	11
5.2	Datensicherungskonzept	11
5.2.1	Projektablage.....	11
6	Terminplan Nino Florjancic.....	12
7	Terminplan Luca Rosselli	19
8	Projektverlauf / Reflexion Terminplan (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	26
8.1	Nino Florjancic	26

8.1.1	Position 1 – Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	26
8.1.2	Position 2 – CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration	26
8.1.3	Position 3 – Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung.....	27
8.1.4	Position 4 – Node-Red MES Schnittstelle Programmierung.....	27
8.1.5	Position 6 – Inbetriebnahme	28
8.1.6	Position 6 – Inbetriebnahme	28
8.1.7	Position 7 – Technische Dokumentation	29
8.1.8	Position 8 – IPA Dokumentation.....	29
8.2	Luca Rosselli.....	29
8.2.1	Position 1 – Terminplan.....	29
8.2.2	Position 2 – Kommunikationskonzept.....	30
8.2.3	Position 3 -SW-Konzept Roboter	30
8.2.4	Position 4 – Roboter-Programm.....	30
8.2.5	Position 5 – SW-Konzept SPS.....	31
8.2.6	Position 6 – SPS-Programm Handshake Roboter	31
8.2.7	Position 7 – SPS-Programm Automatikbetrieb.....	31
8.2.8	Position 8 – SPS-Programm Einrichtbetrieb	32
8.2.9	Position 9 – HMI-Konzept.....	32
8.2.10	Position 10 – HMI Realisierung.....	32
8.2.11	Position 11 – Inbetriebnahme	33
8.2.12	Position 12 – Bedienungsanleitung	33
8.2.13	Position 13 – Technische Dokumentation	33
8.2.14	Position 14 – IPA Dokumentation.....	34
9	Kostenkontrolle (Luca Rosselli).....	35
9.1	Reflexion Ausgaben und Zeitaufwand.....	36
10	Reflexion (Nino Florjancic & Luca Rosselli).....	37
10.1	Luca Rosselli.....	37
10.2	Nino Florjancic	37
10.3	Zukunftsausblick	38

11	Eigenständigkeitserklärung (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	39
12	Anhang (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	40
12.1.1	Arbeitsjournal Luca Rosselli	40
12.1.2	Arbeitsjournal Nino Florjancic	59

2 Deklaration

Jede Überschrift beinhaltet in Klammern die Person, welche für folgenden Teil verantwortlich ist, und das Fachwissen dazu hat.

Solange Unterkapitel nicht beschriftet sind, ist davon auszugehen, dass die Person des zugehörigen Hauptkapitels das Fachwissen trägt.

Die Person in Klammern stellt nicht unbedingt den Verfasser des Kapitels dar.

3 Vorwort (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

Die MSW verfügt über eine CP-Factory Anlage der Festo AG. Die CP Factory veranschaulicht die praktische Umsetzung der digitalen Produktion. Die Anlage integriert alle relevanten Technologien der Mechatronik und Automation. Das System ermöglicht die intelligente Vernetzung von Mensch, Produkt und Produktionsmittel. Kommunikationsnetz und physische Anlage verschmelzen somit zu einem Ganzen – eine wichtige Charakteristik für Industrie 4.0. Das Team entwickelt, realisiert und implementiert die Applikation 3D-Printing für die CP-Factory Anlage.

3.1 Über uns

3.1.1 Luca Rosselli



Ich heisse Luca Rosselli und wohne in Hettlingen, einem Vorort von Winterthur.

Da ich schon von klein auf von der Technik fasziniert war, meine Berufswahl von technischen Berufen geprägt und so kam ich zum Automatiker. Ich habe mich für eine Lehre bei der Mechatronik Schule entschieden, da mir das Ausbildungskonzept gefallen hat und ich an den Möglichkeiten, welche man auch noch im Dritten und Vierten Lehrjahr in der Lehrwerkstatt bekommt, interessiert war.

Mich Motiviert die einmalige Möglichkeit in der Lehre eine ganze Anlage von Grund aus zu Projektieren und umzusetzen.

3.1.2 Nino Florjancic



Mein Name ist Nino Florjancic und ich wohne in Winterthur.

Ich war ebenfalls, wie Luca von klein auf fasziniert von Technik. In der 3. Klasse bekam ich einen „Fischertechnik Robotics“ Baukasten, mit welchem ich dann fleissig vor allem eigene Modelle baute, und diese programmierte.

In der Berufswahl war somit schnell klar, welchen Beruf das ich wählen muss, um mein Hobby zum Beruf zu machen.

Zur MSW stiess ich durch die Nähe zu meinem Zuhause und Dingen wie dem Tag der offenen Tür. Überzeugt haben mich schliesslich das Ausbildungskonzept, welches beispielsweise solch interessante Arbeiten zulässt, wie wir sie umsetzen durften. Auch die integrierte Berufsschule hat mich überzeugt und ich habe meine Entscheidung keinen Tag bereut.

Der Weg der IPA (und dem vorhergehendem BÜP) haben mein Interesse in diesem Themenbereich weiter gestärkt, sodass ich mich dazu entschieden habe, im Herbst ein Systemtechnikstudium an der ZHAW anzufangen.

4 Pflichtenheft (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

IPA

CP-Factory 3D-Printing

«Applikation 3d Printing Industrie 4.0»

Schwerpunkt s. 11

Speicherprogrammierbare Steuerungen projektieren, programmieren und in Betrieb nehmen



Die Applikation 3D-Printing soll an der Industrie 4.0 Anlage implementiert werden.
Die Applikation soll die technischen Möglichkeiten der Additiven Fertigung und Informatik in der Industrie aufzeigen.
Das Thema Digitalisierung und Einsatz von neuen Technologien steht im Zentrum.

Lernende
Luca Rosselli
Nino Florjancic

Fachvorgesetzter
Olivier Riesen

4.1 Einleitung

Die MSW verfügt über eine CP-Factory Anlage der Festo AG. Die CP Factory veranschaulicht die praktische Umsetzung der digitalen Produktion. Die Anlage integriert alle relevanten Technologien der Mechatronik und Automation. Das System ermöglicht die intelligente Vernetzung von Mensch, Produkt und Produktionsmittel. Kommunikationsnetz und physische Anlage verschmelzen somit zu einem Ganzen – eine wichtige Charakteristik für Industrie 4.0. Das Team entwickelt, realisiert und implementiert die Applikation 3D-Printing für unsere Anlage.

Im BÜP und in der Werkstatt wurde eine Fertigungszelle, die mit Hilfe eines 3D-Druckers Produkte für die CP-Factory erstellt, entwickelt. Ausserdem besitzt die Fertigungszelle eine Dockingstation, mit welcher die gefertigten Teile über das gewöhnliche Carrier-System mit einem mobilen Roboter zur CP-Factory gefahren werden können.

Die Anlage besteht aus der neuen Fertigungszelle, und aus einer bereits vorhandenen Roboterzelle.

4.2 Aufgabenstellung

Nachdem ein 3D-Druck Auftrag «Schoggi» im Leitsystem «MES4» von Festo gestartet wird, wird mithilfe der bereits bestehenden Anlage und dem Mobilen Roboter «Robotino» eine Leere Palette zur 3D-Druck Fertigungszelle gefahren. Dort dockt der Robotino mithilfe der Dockingstation am Modul an, und übergibt den Carrier samt Palette der 3D-Druck Fertigungszelle.

Parallel zu diesem Prozess wird auf dem 3D-Drucker die im Leitsystem bestellte Schokoladenschale produziert. Sobald der Druck abgeschlossen ist, und der Carrier bereits auf seiner Warteposition auf dem Fertigungsmodul steht, wird das gedruckte Teil per Roboterarm von der Anlage genommen, und auf den Carrier mit der Palette gesetzt.

Die Zuteilung der Druckteile soll dabei über die Order-ID erfolgen und unabhängig von der Reihenfolge sein, in der die Carrier bei der Fertigungszelle ankommen.

Danach wird der Carrier samt Palette wieder per Robotino auf die bestehende CP-Factory gegeben und das Teil dort unter die «Swiss-Chocolate» Applikation gefahren. Es können dann über das HMI vor Ort die gewünschten Schokoladen ausgewählt werden, welche dann geladen werden.

Je nach ausgewähltem Auftrag im MES, wird das Teil danach entweder am «CP-Out» Modul ausgegeben oder im Hochregallager eingelagert.

Über das HMI kann die Anlage grundlegend gesteuert werden, und so zum Beispiel zwischen Automatikbetrieb und Einrichtungbetrieb umgeschaltet werden, und die wichtigsten Prozessparameter (Prozessdaten) eingesehen werden. Als Wunschziel soll ebenfalls der 3D-Drucker gesteuert können.

Prozessdaten:

- Temperatur 3D-Drucker Düse
- Temperatur 3D-Drucker Druckplatte
- Verbleibende Druckzeit
- Druckfortschritt (in Prozent)
- Aktueller Druckauftrag
- Teilnehmerbereitschaft (Roboter, Raspi, Drucker, CPS-Gate)
- HMI-Meldungen (Not-Halt, Safe-Stop)
- Betriebsart

Folgende Punkte müssen erfüllt sein.

- Die Applikation 3D-Printing in die Anlage implementieren, sprich Einbindung in das MES-System.
- Eine CP-Factory Schokoaden-Schale lässt sich produzieren und an die bereits vorhandene Factory übergeben und dort weiterverarbeiten.
- Safety-Funktionen müssen Softwareseitig funktionieren.
- Die Anlage verfügt über ein HMI, über welches der Betriebszustand der Anlage kontrolliert und geändert werden kann.

Folgende Punkte können zusätzlich erfüllt werden:

- ☐ Die Anlage verfügt über ein Smartlight von Balluff, durch welches der Betriebszustand gezeigt wird.
- ☐ Der 3D-Drucker kann über das HMI gesteuert werden (Achsen verfahren, Temperaturen setzen, Druck abbrechen/pausieren, Geschwindigkeit einstellen)

4.3 Aufgabenverteilung

Nino Florianic:

- Softwarekonzept
- Node-Red (als Schnittstelle zwischen 3D-Drucker und Siemens-SPS & Druckauftragsabrufung direkt aus MES)
- CPS-Gate inkl. Kommunikation zu MES
- MES4 (Resources, Parts, Work Plan, Operation)
- Technische Dokumentation
- IPA Dokumentation

Luca Rosselli:

- Softwarekonzept
- HMI-Konzept
- SPS-Programm Automatikbetrieb
- SPS-Programm Einrichtbetrieb
- SPS-Programm Schnittstelle Roboter
- Programm Robotersteuerung
- HMI Realisierung
- Technische Dokumentation
- IPA Dokumentation

4.4 Erwartungen

Die Arbeit muss vollständig dokumentiert sein.

- Der Code ist kommentiert.
- Softwarekonzept
- Alle Programmteile und Dokumente zur Anlage sollen für die spätere Entwicklung nach der IPA ausgelegt sein. (Nachvollziehbarkeit 3. Person mit den nötigen Fachkenntnissen)

4.5 Grober Soll-Zeitplan

4.5.1 Nino Florjancic

Aufgabe / Arbeitsschritte	Zeit (h)
Softwarekonzept / Kommunikationskonzept	6
Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	20
Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	20
CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	24
Inbetriebnahmeprotokoll	5
Inbetriebnahme	10
Technische Dokumentation	10
IPA Dokumentation	10
Total	105

4.5.2 Luca Rosselli

Aufgabe / Arbeitsschritte	Zeit (h)
Softwarekonzept / Kommunikationskonzept	6
HMI-Konzept	4
SPS-Programm Automatikbetrieb	35
SPS-Programm Einrichtbetrieb	10
SPS-Programm Schnittstelle Roboter	6
Programm Robotersteuerung	6
HMI Realisierung	8
Bedienungsanleitung	5
Inbetriebnahme	5
Technische Dokumentation	10
IPA Dokumentation	10
Total	105

4.6 Vorbereitungen

Im Vorfeld wird der mechanisch benötigte Teil der Anlage fertiggestellt und getestet.

Das zu fertigende Objekt wird im Vorfeld konstruiert und das Handling mit dem Roboter getestet. Dabei wird insbesondere darauf geachtet, dass der Roboter das Produkt vom Druckbett lösen kann.

Das CPS-Gate der Dockingstation kann bereits mit der CP-Factory kommunizieren und der Carrier kann bereits mit dem Robotino zu und von der Station transportiert werden. Jedoch ist das Programm auf dem CPS-Gate noch nicht auf die Anlage angepasst.

Das in der Aufgabenstellung erwähnte Schokoladenmodul, CP-Out Modul und Hochregallager sind bereits vorhanden und voll funktionsfähig (Nicht von den Kandidaten erstellt/programmiert). Es muss lediglich ein neuer Workplan für das neue Teil erstellt werden.

4.7 Exkludierte Ziele

Der „Arbeitsplatz“ auf der Fertigungszelle wird leer gelassen, das heisst es werden keine Lager und kein Produktdreher verbaut und in der IPA benutzt. Somit entfällt auch der Ultraschallsensor am Greifer des Roboters, welcher für die Messung der Lagerkapazitäten gedacht ist.

Das Multi-material-Upgrade für den 3D-Drucker wird nicht verbaut, was bedeutet, dass unser Produkt nur in einer Farbe produziert werden kann.

Die Anlage wird während der IPA noch nicht mit Acrylglas umhüllt. Die Türkontakte werden deshalb nur theoretisch funktionieren.

4.8 Rahmenbedingungen

4.8.1 PKORG

Als Bestandteil des Qualifikationsverfahrens (QV) gelten die von der kantonalen Prüfungskommission festgelegten Rahmenbedingungen für die IPA. Der Kandidat hat diese im PKORG bereits signiert und ist zu Ihrer Einhaltung verpflichtet.

4.8.2 Änderungen an der Aufgabenstellung oder Zeitrahmen

Begründete Änderungen dürfen in Absprache mit dem verantwortlichen Fachvorgesetzten gemacht werden. (Dokumentation nicht vergessen!)

4.8.3 Datenpräsenz

Alle Daten werden **jederzeit** aus Datensicherheitsgründen auf dem OneDrive der MSW-gespeichert. Bei der Abgabe werden **alle** Projektrelevanten Daten **bereinigt** im **Teams IPA 2022** gespeichert.

Das Projektverzeichnis muss auf Nachfrage ausgewiesen werden. Es werden nur Daten zur Beurteilung zugelassen, welche unter **Teams IPA 2022** gespeichert wurden.

4.8.4 Dokumentation

Alle Dokumente müssen mit der MSW-Vorlage erstellt werden. Auf jedem Dokument ist Autor und Datum ersichtlich.

4.8.5 Geistiges Eigentum

Die Idee und die Ausführung sind und bleiben geistiges Eigentum der MSW. Der Kandidat darf keinen kommerziellen Nutzen aus dem Projekt ziehen, ausser mit Bewilligung der MSW.

Ich wünsche dem Kandidaten viel Erfolg bei der IPA.

80% Fleiss
+ 10% Geduld
+ 10% Glück

100% Erfolg

Olivier Riesen

5 IPA-Vorbereitung (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

5.1 Bereichsübergreifende Projekte

Die zu programmierende Anlage wurde vorgängig von uns geplant und gebaut. Dabei startete das Projekt bereits in der Berufsfachschule im „BüP“. Dort konnten wir neben vorgegebenen Projekten der Berufsschullehrer auch eigene Ideen einbringen. Wir waren beide vom 3D-Druck fasziniert und lernten im 5. Semester bei Herrn Riesen die CP-Factory kennen. So war die Idee eines 3D-Druckers für die CP-Factory geboren. Nach ein Paar Gesprächen bekamen wir das Starterlaubnis unser Projekt als „MSW-Projekt“ zu realisieren. Das heisst wir durften neben den BüP-Lektionen in der Schule auch einen Grossteil unserer Werkstattzeit in unser Projekt investieren. Vor IPA-Start wurde die Anlage Hardwaremässig fertiggestellt und das CPS-Gate zum Laufen gebracht (Software und Hardware).

5.2 Datensicherungskonzept

Für die IPA wurde ein Kanal (CP-F-3D_Drucker-Modul) im IPA2022 Teams erstellt.

Alle Dateien werden in diesem Kanal und somit auf Microsoft SharePoint abgespeichert. Der Gesamte Kanal wird jede Nacht auf einen Synology NAS kopiert, wobei aber immer nur die neuste Version erhalten bleibt. Zusätzlich werden alle Sicherungsversionen auf einen zweiten NAS abgespeichert. So haben wir jederzeit Zugriff auf mindestens ein vollautomatisches Backup pro Tag.

Bei der Siemens SPS wurde bei Arbeitsbeginn das Projekt mit dem aktuellen Datum im Namen neu abgespeichert. Falls nötig wurde innerhalb eines Tages mit Versionen gearbeitet (also .V1 etc.).

Von der Robotersteuerung wurde jeweils vor Arbeitsende oder bei grossen Änderungen ein Backup gemacht. Diese sind im Teams und Auf der Robotersteuerung zu finden.

Da das CPS-Gate Programm lediglich modifiziert wurde, wurde darauf geachtet, die Originaldatei zu behalten. Nach jeder neu implementierten Funktion wurde das Projekt als neue Datei mit Versionsnummer im Namen abgespeichert.

Im MES wurde täglich die Datenbank exportiert, und mit Datum als Dateiname im Teams abgelegt.

In Node-Red wurde täglich (bei Änderung) der komplette Editor als Datei exportiert, und ebenfalls mit Datum im Teams abgelegt.

Octoprint wurde einmal vor- und einmal am Ende der IPA gesichert. Im Teams befindet nur das Backup, welches am Schluss der IPA gemacht wurde. Es ist zu erwähnen das sich im Octoprint keine eigens erstellte Programmierung befindet, daher wurde hier die Wichtigkeit der Datensicherung tief eingestuft.

5.2.1 Projektablage

Sämtliche in der Dokumentation erwähnten Unterlagen befinden sich im Teams unter „MSW-Winterthur\IPA 2022 - CP-F-3D_Drucker-Modul - CP-F-3D_Drucker-Modul“

In der Dokumentation wird zukünftig von der „Projektdatenablage“ gesprochen.

-  00_Aufgabenstellung
-  01_Planung
-  02_SW
-  03_HW
-  04_Unterlagen
-  05_Dokumentation

Ordnerstruktur

6 Terminplan Nino Florjancic



Projekt-Terminplan

CP-Factory 3D-Printing
Nino Florjancic

Woche Tag			IPA-Woche 1							
			Freitag							
			1	2	3	4	5	6	7	8
1	Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	Soll								
		Ist								
2	CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	Soll								
		Ist								
3	Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	Soll								
		Ist								
4	Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	Soll								
		Ist								
5	Inbetriebnahmeprotokoll erstellen	Soll								
		Ist								
6	Inbetriebnahme	Soll								
		Ist								
7	Technische Dokumentation	Soll								
		Ist								
8	IPA Dokumentation	Soll								
		Ist								
9		Soll								
		Ist								
9		Soll								
		Ist								
10		Soll								
		Ist								
12		Soll								
		Ist								
13		Soll								
		Ist								
14		Soll								
		Ist								
15		Soll								
		Ist								
16		Soll								
		Ist								
17		Soll								
		Ist								

Woche Tag		IPA Woche 2 (Freitag Zahnarztbesuch)																
		Dienstag				Donnerstag							Freitag					
		9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
1	Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	Soll																
		Ist																
2	CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	Soll																
		Ist																
3	Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	Soll																
		Ist																
4	Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	Soll																
		Ist																
5	Inbetriebnahmeprotokoll erstellen	Soll																
		Ist																
6	Inbetriebnahme	Soll																
		Ist																
7	Technische Dokumentation	Soll																
		Ist																
8	IPA Dokumentation	Soll																
		Ist																
9		Soll																
		Ist																
9		Soll																
		Ist																
10		Soll																
		Ist																
12		Soll																
		Ist																
13		Soll																
		Ist																
14		Soll																
		Ist																
15		Soll																
		Ist																
16		Soll																
		Ist																
17		Soll																
		Ist																

Woche Tag		IPA-Woche 3																				
		Dienstag				Donnerstag							Freitag									
			26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45
1	Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	Soll																				
		Ist																				
2	CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	Soll																				
		Ist																				
3	Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	Soll																				
		Ist																				
4	Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	Soll																				
		Ist																				
5	Inbetriebnahmeprotokoll erstellen	Soll																				
		Ist																				
6	Inbetriebnahme	Soll																				
		Ist																				
7	Technische Dokumentation	Soll																				
		Ist																				
8	IPA Dokumentation	Soll																				
		Ist																				
9		Soll																				
		Ist																				
9		Soll																				
		Ist																				
10		Soll																				
		Ist																				
12		Soll																				
		Ist																				
13		Soll																				
		Ist																				
14		Soll																				
		Ist																				
15		Soll																				
		Ist																				
16		Soll																				
		Ist																				
17		Soll																				
		Ist																				

[illegible]

Woche Tag		IPA-Woche 5 (Donnerstag unterbruch, CP-Factory besetzt)											IPA-Woche 6 (Isolations-Unterbruch)						
		Dienstag				Freitag							Freitag						
		70	71	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86	87
1	Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	Soll																	
		Ist																	
2	CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	Soll																	
		Ist																	
3	Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	Soll																	
		Ist																	
4	Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	Soll																	
		Ist																	
5	Inbetriebnahmeprotokoll erstellen	Soll																	
		Ist																	
6	Inbetriebnahme	Soll																	
		Ist																	
7	Technische Dokumentation	Soll																	
		Ist																	
8	IPA Dokumentation	Soll																	
		Ist																	
9		Soll																	
		Ist																	
9		Soll																	
		Ist																	
10		Soll																	
		Ist																	
12		Soll																	
		Ist																	
13		Soll																	
		Ist																	
14		Soll																	
		Ist																	
15		Soll																	
		Ist																	
16		Soll																	
		Ist																	
17		Soll																	
		Ist																	



Projekt-Terminplan

CP-Factory 3D-Printing
Nino Florjancic

Woche Tag		IPA-Woche 7															
		Dienstag								Donnerstag							
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105
1	Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	Soll															
	Ist																
2	CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	Soll															
	Ist																
3	Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	Soll															
	Ist																
4	Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	Soll															
	Ist																
5	Inbetriebnahmeprotokoll erstellen	Soll															
	Ist																
6	Inbetriebnahme	Soll															
	Ist																
7	Technische Dokumentation	Soll															
	Ist																
8	IPA Dokumentation	Soll															
	Ist																
9		Soll															
	Ist																
9		Soll															
	Ist																
10		Soll															
	Ist																
12		Soll															
	Ist																
13		Soll															
	Ist																
14		Soll															
	Ist																
15		Soll															
	Ist																
16		Soll															
	Ist																
17		Soll															
	Ist																



Projekt-Terminplan

CP-Factory 3D-Printing
Nino Florjancic

Woche Tag		Reserve															
		Freitag															
		106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120	
1	Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen	Soll															
		Ist															
2	CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration / Kommunikation	Soll															
		Ist															
3	Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung	Soll															
		Ist															
4	Node-Red MES Schnittstelle Programmierung	Soll															
		Ist															
5	Inbetriebnahmeprotokoll erstellen	Soll															
		Ist															
6	Inbetriebnahme	Soll															
		Ist															
7	Technische Dokumentation	Soll															
		Ist															
8	IPA Dokumentation	Soll															
		Ist															
9		Soll															
		Ist															
9		Soll															
		Ist															
10		Soll															
		Ist															
12		Soll															
		Ist															
13		Soll															
		Ist															
14		Soll															
		Ist															
15		Soll															
		Ist															
16		Soll															
		Ist															
17		Soll															
		Ist															

7 Terminplan Luca Rosselli



Projekt-Terminplan

CP-Factory 3D-Printing
Luca Rosselli[illegible]

[illegible]



Projekt-Terminplan

CP-Factory 3D-Printing
Luca Roselli[illegible]

IPA-Woche			IPA-Woche 4 (am 15.3 wurden 8 Stunden gearbeitet)																							
Datum / Tag			15.3.2022 Dienstag								17.3.2022 Donnerstag								18.3.2022 Freitag							
Pos.			49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
1	Terminplan	Soit																								
		Ist																								
2	Kommunikationskonzept	Soit																								
		Ist																								
3	SW-Konzept Roboter	Soit																								
		Ist																								
4	Roboter-Programm	Soit																								
		Ist																								
5	SW-Konzept SPS	Soit																								
		Ist																								
6	SPS-Programm Handshake Roboter	Soit																								
		Ist																								
7	SPS-Programm Automatikbetrieb	Soit																								
		Ist																								
8	SPS-Programm Einrichtbetrieb	Soit																								
		Ist																								
9	HMI-Konzept	Soit																								
		Ist																								
10	HMI Realisierung	Soit																								
		Ist																								
11	Inbetriebnahme	Soit																								
		Ist																								
12	Bedienungsanleitung	Soit																								
		Ist																								
13	Technische Dokumentation	Soit																								
		Ist																								
14	IPA Dokumentation	Soit																								
		Ist																								



Projekt-Terminplan

CP-Factory 3D-Printing
Luca Roselli[illegible]



Projekt-Terminplan

[illegible]

IPA-Woche			IPA-Woche 7 (am 5.4 wurden 8 Stunden gearbeitet)																							
Datum / Tag			5.04.2022 Dienstag								7.04.2022 Donnerstag								8.04.2022 Freitag							
Pos.			93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110	111	112	113	114	115	
1	Terminplan	Soll																								
		Ist																								
2	Kommunikationskonzept	Soll																								
		Ist																								
3	SW-Konzept Roboter	Soll																								
		Ist																								
4	Roboter-Programm	Soll																								
		Ist																								
5	SW-Konzept SPS	Soll																								
		Ist																								
6	SPS-Programm Handshake Roboter	Soll																								
		Ist																								
7	SPS-Programm Automatikbetrieb	Soll																								
		Ist																								
8	SPS-Programm Einrichtbetrieb	Soll																								
		Ist																								
9	HMI-Konzept	Soll																								
		Ist																								
10	HMI Realisierung	Soll																								
		Ist																								
11	Inbetriebnahme	Soll																								
		Ist																								
12	Bedienungsanleitung	Soll																								
		Ist																								
13	Technische Dokumentation	Soll																								
		Ist																								
14	IPA Dokumentation	Soll																								
		Ist																								

8 Projektverlauf / Reflexion Terminplan (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

8.1 Nino Florjancic

8.1.1 Position 1 – Softwarekonzept und Kommunikationskonzept erstellen

Ich dachte vorerst, dass ich für diesen Schritt genug Zeit eingeplant habe. Dies war grundsätzlich auch der Fall, doch als ich mit dem geplanten fertig war, merkte ich das es durchaus Sinn macht, die Kommunikation in einem visuellen Konzept zu erklären. So wendete ich weitere 2 Stunden auf, um dieses Konzept zu erstellen. Ich denke aber, dass diese Arbeit das Verständnis des Anlagenaufbaus sehr erleichtert.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
1	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
6 h	-2 h	Mehr Zeit einplanen (Überlegungen wichtig)

8.1.2 Position 2 – CPS-Gate Programmierung inkl. MES Konfiguration

Dies ist der Schritt, den ich am meisten unterschätzt habe.

Ich dachte vorerst, dass ich die Sollzeit bei weitem nicht erreichen werde, doch es stellte sich das Gegenteil heraus. Zwar wird die ganze Applikation in der Siemens SPS abgearbeitet, doch die Modifikation des CPS-Gate, sodass es von der Siemens SPS ferngesteuert werden kann (Nutzereingaben) waren viel grösser als ich gedacht habe.

Hinzu kamen Probleme mit dem Robotino, und dem Buffer Management im MES. Bei unserer Anlage ist es so, dass wir die Carrier, falls sie nicht in der richtigen Reihenfolge ankommen, zurückschicken müssen. Dafür sollten sie wieder auf den Robotino aufgeladen, und an die restliche Factory zurückgegeben werden.

Da der Robotino aber auf dem Prinzip basiert, Carrier aufgrund ihrer nächsten Ressource zu befördern, ergab sich das Problem, dass er die Carrier nicht von der Anlage abtransportieren wollte. Die Applikation wurde schliesslich noch nicht ausgeführt, somit ist die nächste Ressource immer unser 3D-Modul.

Die Lösungsfindung für dieses Problem war sehr anspruchsvoll und nahm viel Zeit in Anspruch. Die Endlösung war schliesslich, dass das CPS-Gate die «next resource» in der SQL-Datenbank temporär auf die Nummer des Hochregallagers setzt, aber Bevor der Carrier aber überhaupt dort ankommt, wird die «next resource» wieder auf die Nummer des 3D-Printing Moduls gesetzt.

Wo sich hingegen keine (direkten) Probleme ergaben, war die Konfiguration der Master-Daten im MES.

Der OPC-UA Proxy war auch in diese Position integriert, was sich als Fehler herausstellte. Hier hätte man eine schöne Abgrenzung machen können, um den Zeitaufwand besser abschätzen zu können.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
2	Ja	OPC-UA Proxy als einzelne Position deklarieren
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
20 h	-19.5 h	Bei solch neuen, ungewissen Komponenten (noch viel) mehr Zeit einplanen oder ein allgemeiner Puffer

8.1.3 Position 3 – Node-Red 3D-Druck Schnittstelle Programmierung

Diese Position wurde zwar bezüglich des Betrages ein wenig schneller abgearbeitet wie ursprünglich geplant, doch sie war aufgrund der vorherigen Position um mehr als 20 Stunden versetzt.

Nichtsdestotrotz habe ich diese Position ohne grössere Schwierigkeiten abarbeiten können, da Octoprint eine sehr gut dokumentierte API hat.

Das einzige kleine Problem was sich ergab, war die Auswertung, ob Octoprint verbunden ist. Denn der http-Request Node gibt auch dann ein ähnliches Objekt zurück, wie wenn die Anfrage gekappt hat. Ich konnte das Ganze mit einer Auswertung innerhalb des erstellten «Octoprint API-Request» Subflows lösen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
3	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
22 h	1.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.1.4 Position 4 – Node-Red MES Schnittstelle Programmierung

Auch bei dieser Position wurde die benötigte Zeit gut abgeschätzt. Ein Aufholen des Defizits durch Position 2 war aber bei weitem nicht möglich.

Bei diesem Schritt ergaben sich auch wieder ein wenig mehr Probleme, da es hier unter anderem um die Kommunikation mit dem MES ging.

Als erstes ergab sich das Problem, dass im MES keine SQL-Abfrage existierte, welche alle Aufträge, welche eine gewisse Ressource benötigen, zurückgegeben werden können. Es dauerte lange, bis ich herausgefunden habe, wie dies gemacht werden kann in der SQL-Datenbank.

Das nächste Problem was sich ergab, war das autonome Löschen von inkompatiblen Aufträgen im MES. Für dies Existierte ebenfalls keine SQL-Abfrage, und es konnte schlussendlich auch nicht mit nur einer Abfrage gelöst werden.

Da das MES immer nur eine SQL-Abfrage pro TCP-Request erlaubt, müssen nun zwei Anfragen durch Node-Red gemacht werden, um den Auftrag zum einen in den Current-Orders, und zum anderen in der Transitionstabelle (tblStep) zu löschen.

Ein drittes Problem, welches bis heute nicht komplett gelöst ist, sind die Verbindungsabbrüche zum MES. Die TCP-Request Node bricht nahezu willkürlich die Verbindung ab, und will sie bis zum Restart der Flows auch nicht mehr wiederherstellen. Ein Grund dafür konnte nicht gefunden werden.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
4	Ja	
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
22 h	1 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.1.5 Position 6 – Inbetriebnahme

In dieser Position konnte ich ein wenig des Defizits durch Position 2 aufholen.

Der Arbeitsprozess brachte keine Probleme mit sich, und ich konnte das IB-Protokoll ohne Schwierigkeiten schreiben. Den Ablauf konnte ich dank meiner intensiven Beschäftigung mit diesem Teil des Projekts gut rein aus dem Kopf aufschreiben, und die restlichen Punkte ergaben sich durch einen Blick in das Pflichtenheft und das HMI.

Ich würde in Zukunft bei diesem Punkt wieder so verfahren.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
5	(Ja)	Evtl. kombinieren mit Inbetriebnahme
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
5 h	2h	Soll-Zeit ein wenig kürzen

8.1.6 Position 6 – Inbetriebnahme

Die Inbetriebnahme verlief fast reibungslos. Es wurden kleine Bugs, oder Unschönheiten entdeckt, welche wir uns zwar alle aufgeschrieben haben, aber nicht mehr während der IPA korrigieren bzw. korrigiert haben. Die Grössten Bugs traten aufgrund der Kommunikation zwischen Siemens SPS und CPS-Gate auf, da das CPS-Gate eigentlich programmtechnisch für den eigenständigen Betrieb ausgelegt ist. Somit enthält es zu viel eigene Logik, welche zu speziellen Betriebszuständen führen kann.

Der Normalbetrieb läuft jedoch einwandfrei. Probleme ergaben sich bei jenem nur an den anderen Anlagenteilen. So funktionierte beispielsweise der Dockingprozess beim Mag-Back Modul nicht richtig und die Anlage hängte sich auf. Diese Probleme sind aber ausserhalb unseres Projektes und diese Anlagenteile wurden auch nicht von uns programmiert.

Der Zeitaufwand war aufgrund des langsamen Robotinos und möglichen Fehlern sehr grosszügig berechnet. Ein wenig könnte man jedoch beim nächsten Mal abziehen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
6	(Ja)	Evtl. kombinieren mit Inbetriebnahmeprotokoll
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
10 h	8h	Soll-Zeit ein wenig kürzen

8.1.7 Position 7 – Technische Dokumentation

Bei der Technischen Dokumentation konnte ich die geplante Zeit nicht ganz einhalten. Dies unter anderem aufgrund des eigenen Wunsches, dass aus der Doku die Skalierbarkeit meiner Programmierung herausgehen sollte. Der Mehraufwand lohnte sich somit.

Die Doku konnte ich wiederrum sehr gut aus dem Kopf schreiben, da ich mich sehr intensiv mit meiner Arbeit beschäftigt habe. So ging mir das Erklären der Programmierung, Aufbaus und Erweiterung leicht von den Fingern.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
7	Ja	
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
10 h	-2h	Je nach dem ein wenig mehr Zeit Einplanen

8.1.8 Position 8 – IPA Dokumentation

Hier hatte ich ein wenig das Problem, dass ich zuerst ein wenig verloren war und nicht wusste, was ich schreiben sollte. Doch Luca, welcher schon mit der Doku begonnen hatte, konnte mir eine gute Vorlage bieten.

Ich habe das Gefühl, dass ich den Zeitplan und die restliche IPA Dokumentation gut reflektieren konnte, und so auch meine Arbeitsweise für zukünftige Projekte optimieren kann.

Ich musste hier ein wenig Gas geben, da die Zeit drängte. Die geplante Zeit würde ich daher belassen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
8	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
10 h	5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2 Luca Rosselli

8.2.1 Position 1 – Terminplan

In diesem ersten Schritt habe ich mir einen Projekt-Terminplan erstellt und so mein Vorgehen für dieses Projekt festgelegt. Ausserdem habe ich mich nochmals in die Aufgabenstellung eingearbeitet und mir so einen Überblick über die IPA erschaffen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
1	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
0.5 h	0 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.2 Position 2 – Kommunikationskonzept

In der zweiten Position des Terminplanes habe ich mich mit Nino an die Planung gemacht. Dabei haben wir uns zuerst gemeinsam Notizen zum groben Prozessablauf der Anlage gemacht. Danach machten wir uns getrennt an die Konzepte, welche wir uns zuvor aufteilten. Wir haben uns kurzfristig dazu entschieden, dass Nino das Kommunikationskonzept übernimmt und ich den Prozessablauf visualisiere. Diese Entscheidung fällten wir, da Ninos Aufgaben oft um die Kommunikation gehen und ich im späteren Verlauf grösstenteils die Funktion, also den Prozessablauf programmieren werde.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
2	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
2.5 h	-0.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.3 Position 3 -SW-Konzept Roboter

Bevor ich mit dem Programmieren des Roboters starten konnte, musste ich noch das SW-Konzept erstellen. Bei den Konzepten meiner Anlagenteile habe ich mich dazu entschlossen, diese jeweils vorzeitig zu erstellen. Also das SW-Konzept für den Roboter vor der Roboterprogrammierung, das für die SPS vor der SPS-Programmierung und so weiter. Bei dem SW-Konzept des Roboters habe ich mich vor allem von der „ABB-Programmrictlinie für ABB Roboter“ orientiert.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
3	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
0.5 h	-0.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.4 Position 4 – Roboter-Programm

Das Programm selbst, also der Ablauf des Roboters war relativ einfach zu programmieren. Mehr zu schaffen, machte mir „alles drumherum“. Unter andrem wollte ich für die Dockingstation und für den 3D-Drucker je ein Werkobjekt erstellen, was mir zu Beginn schwer viel. Ich denke, mir hätte es geholfen, wenn ich in der IPA Vorbereitung auch etwas am Roboter programmiert hätte, anstatt mir alles nur in der Theorie anzuschauen und zeigen zu lassen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
4	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
5 h	0 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.5 Position 5 – SW-Konzept SPS

Beim SW-Konzept für die SPS hatte ich keine grossen Probleme, da ich mir schon etwa vorstellen konnte, wie ich das Programm strukturieren. Ein bisschen geholfen hat mir die Programmstruktur der anderen Steuerungen unserer CP-Factory. Dort habe ich gesehen, dass sie für die Kernfunktion einen Funktionsbaustein für die Steuerung der Applikation und dem Handling mit dem MES haben und einen zweiten für die Ansteuerung des Roboters. Dies wollte ich auch so lösen und habe es entsprechend eingeplant.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
5	Ja	Nach
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
4 h	+1 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.6 Position 6 – SPS-Programm Handshake Roboter

Beim Vorgehen der SPS-Programmierung beachtete ich vor allem, was ich am besten testen kann und welche Funktionen sich vielleicht erst richtig implementieren lassen, wenn gewisse Anlagenteile von Nino funktionieren. So habe ich mich dazu entschlossen, zuerst die Ansteuerung des Roboters zu programmieren.

Bei der Roboterschulung im 3. Lehrjahr stellte sich für mich die Kommunikation zwischen Roboter und SPS als die grösste Herausforderung heraus. Deshalb wollte ich dieses Mal einen einzelnen Baustein für das Roboterhandling machen. Dieser sollte auch auf das Feedback des Roboters Rücksicht nehmen, also einen Handshake machen.

Trotz einer grösseren Abweichung der Soll-Ist-Zeit würde ich das nächste Mal wieder ähnlich viel Zeit einplanen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
6	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
11 h	+2.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.7 Position 7 – SPS-Programm Automatikbetrieb

Die Realisierung des Automatikbetriebs stellt mit Abstand die grösste Position in meinem Terminplan dar. Dies liegt daran, dass ich auch Funktionen wie den OperationMode dazugezählt habe und ich in dieser Position das Handling mit dem MES (CPS-Gate) programmieren wollte. Zeitaufwändig war vor allem das Implementieren der Kommunikationsvariablen zum CPS-Gate. Zum einen hatten wir eine relativ umfangreiche Schnittstelle zwischen CPS-Gate und Siemens SPS. Oftmals waren damit auch kleine Funktionen nötig und so addierte sich die Zeit schnell zusammen.

An der Soll-Zeit würde ich beim nächsten Mal festhalten, da es Prozentual eine eher kleine Abweichung ist und die zusätzliche Zeit schnell Mal gebraucht werden kann.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
7	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
30 h	+4.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.8 Position 8 – SPS-Programm Einrichtbetrieb

Zum Start der IPA viel es mir schwer einzuschätzen, wann ich die Funktionen zum Einrichtbetrieb am besten implementieren konnte. Statt wie geplant nach dem Automatikbetrieb, programmierte ich den Einrichtbetrieb erst nach dem HMI. Das lag daran, dass, wenn überhaupt, nur kleine Funktionen nötig waren und vieles vom HMI direkt ansteuerbar war. Also programmierte ich zuerst das HMI und wusste danach was es Programmtechnisch noch in der SPS braucht für den Einrichtbetrieb.

Das nächste Mal würde ich diese Position komplett weglassen, da es schwierig zu unterscheiden war, ob ich jetzt am HMI oder am Einrichtbetrieb am Arbeiten war.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
8	Ja	Evtl. Weglassen
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
10 h	+4 h	Soll-Zeit senken (- 40%) oder weglassen

8.2.9 Position 9 – HMI-Konzept

Der letzte Planungsschritt war die Erstellung eines Designs für das HMI. Auch dies habe ich wieder im Visio gemacht. Ich habe dabei ein Bild der CP-Factory HMI-Vorlage eingefügt, und eine Bildstruktur dazu gemacht.

Bei der Bildstruktur habe ich nochmals die Ziele in der Aufgabenstellung durchgelesen und versucht allen möglichst gerecht zu werden.

Trotz einer grossen Zeitdifferenz würde ich das nächste Mal eine ähnliche Soll-Zeit nehmen, da ein HMI Konzept grundsätzlich nicht so viel Zeit in Anspruch nehmen und ich mir eher zu viel Überlegungen gemacht hatte.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
9	Ja	Vor SPS-Programm Einrichtbetrieb
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
2.5 h	-2.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.10 Position 10 – HMI Realisierung

Da ich in den vorherigen Positionen Zeit gutmachen konnte, startete ich früher als geplant mit dem HMI. Da ich eher weniger Zeit für das HMI einplante, konnte ich diese Zeit nun gut nutzen, um den vielfältigen Funktionen der Anlage gerecht zu werden und diverse Wunschziele zu implementieren. Ein Grund, wieso ich für diese Position viel Zeit brauchte, war auch, dass wir währenddessen erste Tests durchführten und ich so immer wieder kleine Dinge ausbessern musste.

Ich würde in Zukunft auch wieder eher weniger Zeit für das HMI einplanen, da eine Visualisierung für mich praktisch immer weniger Priorität hat und man beim HMI am ehesten auf kleine Details verzichten kann, sollte es beim Programmieren der eigentlichen Funktion Schwierigkeiten geben.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
10	Ja	Vor SPS-Programm Einrichtbetrieb
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
9 h	-16 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.11 Position 11 – Inbetriebnahme

Bei der Inbetriebnahme der Anlage testete ich zuerst zusammen mit Nino die Anlage. Falls nötig nahmen wir kleine Änderungen vor und versuchten so noch letzte Fehler auszumerzen. Als wir uns sicher waren, dass alles funktioniert, pausierten wir die Inbetriebnahme, so dass Nino das IB-Protokoll schreiben konnte. Zum Schluss führten wir die Inbetriebnahme mit Protokoll durch. Während der finalen Inbetriebnahme unterstützte ich Nino bei den Funktionstests und schrieb, falls ich gerade Zeit hatte, an der Bedienungsanleitung weiter.

leider verzögerte sich schon der Start der Inbetriebnahme ein bisschen, Da Die Kommunikation zwischen Node-Red und dem MES noch nicht abgeschlossen war. Die Inbetriebnahme selbst dauerte auch deutlich länger als geplant. Dies ist aber nicht allzu schlimm, da Nino Die Aufgabe hatte die Inbetriebnahme durchzuführen und ich, während er das Prüfprotokoll abarbeitete, auch ein bisschen Zeit hatte um an der Bedienungsanleitung zu arbeiten.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
11	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
4 h	-4.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.12 Position 12 – Bedienungsanleitung

Beim Schreiben der Bedienungsanleitung half mir, dass ich bereits vor der Inbetriebnahme damit starten konnte. So hatten wir die Möglichkeit bei der Inbetriebnahme unsere Anleitung zu nutzen und zu testen.

Da ich die Stunden 88-92 im Terminplan als Inbetriebnahme deklarierte, aber zum Teil auch an der Anleitung arbeiten konnte, brauchte ich dementsprechend weniger (geplante) Zeit für die Bedienungsanleitung als geplant. Dementsprechend würde ich die Soll-Zeit beim nächsten Mal so belassen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
12	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
6 h	+2.5 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.13 Position 13 – Technische Dokumentation

Bei der technischen Dokumentation hatte ich das Ziel, meine Anlagenteile, so zu beschreiben, dass ein Lehrling, welcher alle Ausbildungsblöcke hatte, sie verstehen kann. Ich habe dabei versucht die Teile des Programmes zu erklären, welche auch am ehesten angepasst und somit verstanden werden müssen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
13	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
10 h	0 h	Soll-Zeit Beibehalten

8.2.14 Position 14 – IPA Dokumentation

Vor allem zu Beginn war ich mir nicht sicher in welchem Umfang wir unsere Projektdokumentation gestalten sollten und ob die Zeit reichen würde. Dieser Knopf löste ich jedoch, als ich das Layout erstellte und versuchte Übertitel zu setzen. Danach kam ich schnell voran und konnte die Dokumentation wunschgemäss fertigstellen.

Projektschritt	Zukünftig beibehalten?	Positionsanpassungen fürs Nächste Mal
14	Ja	-
Zeitmanagement	Zeitdifferenz Soll- Ist	Zeitanpassungen fürs Nächste Mal
10 h	-1 h	Soll-Zeit Beibehalten

9 Kostenkontrolle (Luca Rosselli)

Die Kostenkontrolle soll einen Überblick über die Ausgaben für dieses Projekt geben und aufzeigen wie viel das Projekt als Arbeitsauftrag, also inklusive Arbeitsstunden kosten könnte. Die Kostenkontrolle beinhaltet Ausgaben für die Fertigungszelle, und für Modifikationen an der Roboterzelle. Bei der Berechnung des Arbeitsaufwandes handelt es sich um eine grobe Hochrechnung über die ganze Projektdauer. Diese startete Am Anfang des 6. Semesters und geht bis Ende des 8. Semesters (1 Sem. à 3h/Woche & 2 Sem. à 20h/Woche).

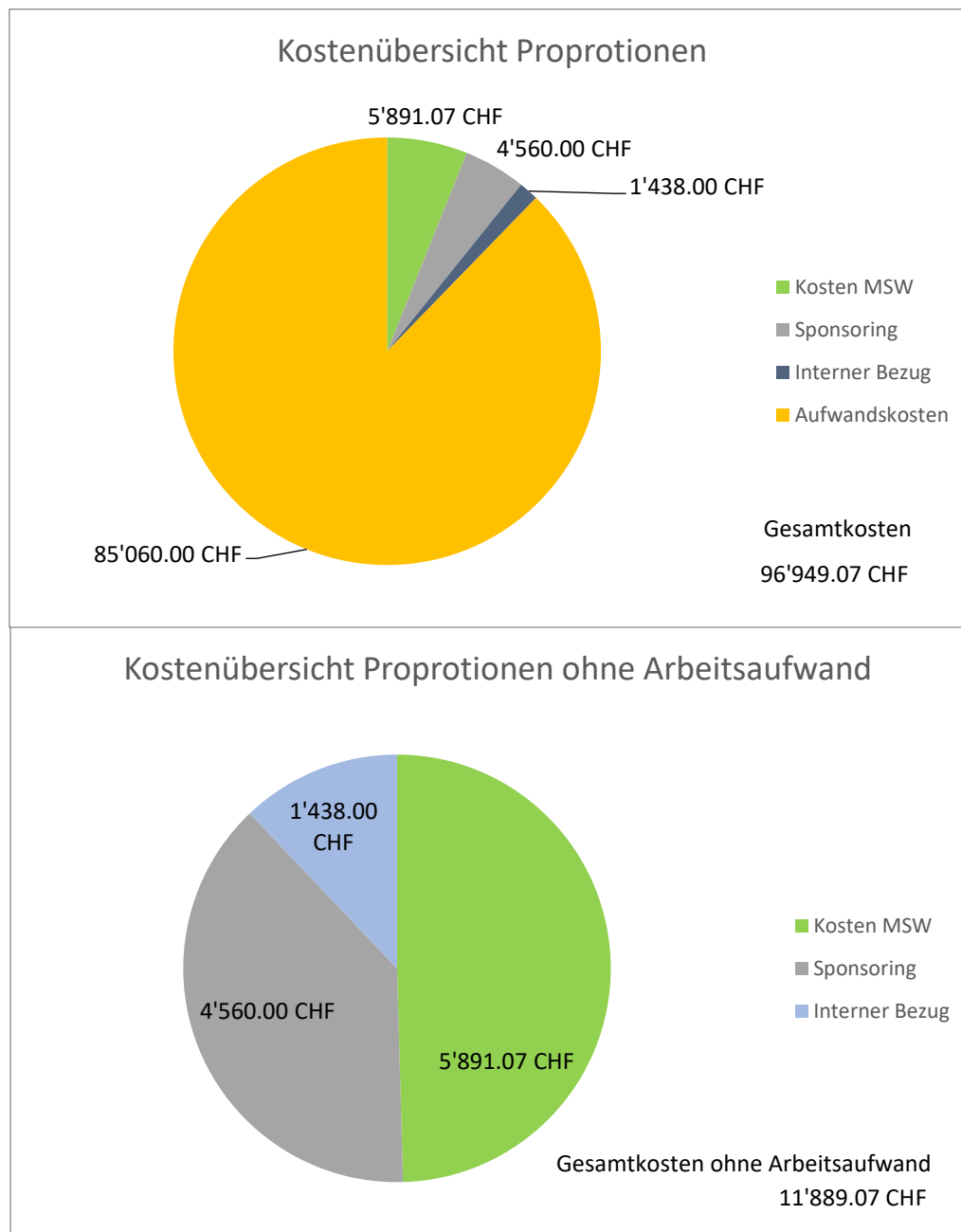
Kostenübersicht			Name	Datum	
inkl. Arbeitszeit und geschätzte Kosten bei Sponsoring oder internem Bezug			Luca & Nino	05.04.2022	
CP-Factory Application					
Artikel	Firma	Kosten MSW	Sponsoring	Interner Bezug	Aufwandskosten
Kabelbündelschlauch HWPP25/2-BK	Distrelec	16.70 CHF			
Kabelstecker 10P	Distrelec	61.00 CHF			
div. Profile, Zubehör	Item	2'021.57 CHF			
4 Flächen	Harder	117.45 CHF			
Raspberry + Zubehör	(Digitec)			100.00 CHF	
Sensoren, Zubehör	Balluff	173.60 CHF			
SPS + Zubehör	Siemens	1'000.00 CHF			
3D Drucker	Prusa		800.00 CHF		
MMU2 Upgrade	Prusa		260.00 CHF		
Filament + Düsen	Prusa	100.00 CHF			
Hartingstecker (bei Harting vorrätig)	Harting	143.50 CHF			
Hartingstecker unworrätige Posten	RS Components	112.20 CHF			
Robotino Dock	MSW	500.00 CHF			
CPS Gate	MSW		3'500.00 CHF		
Arbeitsaufwand Silvan (Robotino Dock) 50 CHF/h	MSW				5'000.00 CHF
Arbeitsaufwand Luca + Nino (ganze Projektzeit) 50 CHF/h	MSW				80'060.00 CHF
Smartlight	Balluff	200.00 CHF			
Schaltschrank	ROFAG AG	345.55 CHF			
Kabeldurchführung Arbeitsfläche	icotek	67.50 CHF			
Safety (sensoren magnetcodiert, Anschlussleitungen)	Leuze	165.41 CHF			
Pneumatikventil, Hutschienenmontage	Festo	251.45 CHF			
24V Powersupply Phoenix Contact				300.00 CHF	
Sicherheitsrelais Sick UE48 (2 mal)				600.00 CHF	
Sicherheitsrelais Sick UE10 (3 mal)				300.00 CHF	
Simatic Net Konfektions-Stecker RJ45 (6 mal)	Siemens			108.00 CHF	
Profinet Patchkabel 10m	Siemens			30.00 CHF	
Digitec Lan-Kabel Div. Längen	Digitec	95.14 CHF			
HMI TP-700	Siemens	580.00 CHF			
Sonstiges		0.00 CHF	0.00 CHF	0.00 CHF	0.00 CHF
Gesamtkosten Einzelposten		5'891.67 CHF	4'560.00 CHF	1'438.00 CHF	85'060.00 CHF
Ausgaben MSW		7'329.07 CHF			
Gesamtkosten ohne Arbeitsaufwand		11'889.07 CHF			
Gesamtkosten		96'949.07 CHF			

9.1 Reflexion Ausgaben und Zeitaufwand

Ein Ziel des Projektes war die Kosten tief zu halten und Ausgaben bedächtig zu tätigen. Dies konnten wir auch zufriedenstellend umsetzen. Unsere exakte Planung half nicht nur bei der Umsetzung des Projektes, sondern auch dabei, unsere Finanziellen Möglichkeiten möglichst optimal zu nutzen. So konnten wir beispielsweise bei Item genau das bestellen was wir brauchten und bestellten nicht zu viel oder zu wenig. Bei den Produkten achteten unter anderem auch auf das PreisLeistungsverhältnis. So wählten wir als Material für unsere Konstruktionsprofile hauptsächlich Kunstharz, was nicht nur einiges leichter, sondern auch etwa 60% günstiger als Aluminium ist. Des Weiteren haben wir uns bei verschiedenen Produkten um ein Sponsoring bemüht. So wurde uns der 3D-Drucker samt Zubehör kostenfrei von Prusa zur Verfügung gestellt.

Der grösste Posten betrifft der unser Aufwand für das Projekt. Die meiste Zeit brauchten nicht für die Umsetzung, sondern für die Planung. Diese war vor allem zu Beginn auch eine starke Lernkurve und so kam im Ersten Semester des Projektes noch nicht viel zu Stande.

Aus den oben genannten Gründen ist es wichtig, nicht nur die Summe, sondern auch die einzelnen Sparten zu betrachten und dabei die Aufwandskosten mit Vorsicht zu geniessen.



10 Reflexion (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

10.1 Luca Rosselli

Zum Start der IPA nahm ich mir vor die Kommunikation zwischen dem Roboter und der SPS besser zu gestalten als bei meinem letzten Projekt.

Gemeinsam haben wir entschieden, dass wir in der IPA zum ersten Mal Datentypen einsetzen wollen um Schnittstellen (zwischen Geräten oder auch nur von Funktionsbausteinen) einfacher zu gestalten und unsere Arbeitsweise zu verbessern.

Beides konnte ich umsetzen, womit ich sehr zufrieden bin.

Den Einsatz von Datentypen und unsere Planung, insbesondere die Excel Tabelle mit den Kommunikationsvariablen, dürften wohl entscheidend dazu beigetragen haben, dieses umfangreiche Projekt überhaupt realisierbar war. Im Nachhinein bin ich sehr froh so vorgegangen zu sein und kann den Einsatz von Datentypen in zukünftigen Projekten nicht mehr wegdenken.

Während der Arbeit habe ich gemerkt, dass die Erweiterungsmöglichkeiten unserer Anlage nahezu endlos sind. So fiel uns oftmals noch eine kleine Zusatzfunktion ein oder wir merkten, dass wir gerne noch andere Daten auf dem HMI anzeigen wollten. Dies war für mich eine Herausforderung, da eine nachträgliche Änderung der Datentypen jedes Mal Zeit kostete. So mussten wir Prioritäten setzen und manchmal auf kleine Details wie einer Berechnung des Gewichtes des Druckteils verzichten.

Herausfordernd war auch, dass das Projekt auch gewisse Risiken beinhaltet und wir flexibel sein mussten, wenn es zu unvorhersehbaren Komplikationen kam. So mussten wir beispielsweise Kommunikationsvariablen für die Verbindung von Octoprint und Drucker, zur Fehlerquittierung des CPS-Gates implementieren, als wir merkten, dass das sonst bei jeder Inbetriebnahme über das jeweilige Webinterface gemacht werden müsste.

Vor dem Start der IPA hatte ich Respekt vor unserer Arbeit, aber auch Vorfreude, nach einem Jahr Arbeit der Anlage „leben einzuhauchen“. Ich bin froh, dass während der Arbeit keine Probleme auftauchten, welche ich nicht meistern konnte und Stolz auf das Endresultat.

Ich habe gelernt, wie fest es sich lohnen kann, wenn man sich manchmal aus der Komfortzone wagt und sich stetig versucht zu verbessern, indem man neues, wie den Einsatz von Datentypen probiert.

10.2 Nino Florjancic

Als wir in die IPA starteten hatte ich wie Luca Rosselli sehr Respekt vor dem Projekt, bei welchem an unendlich vielen Stellen Fehler auftreten können. Umso mehr bin ich nun stolz, dass wir das Projekt robust und sogar ausbaubar umsetzen konnten. Die Absprache im Team funktionierte sehr gut, und wir konnten uns relativ flexibel an die programmtechnischen Bedürfnisse des anderen anpassen. Dies nicht zuletzt wegen der Excel-tabelle welche alle Kommunikations-Datentypen und Variablen enthielt. So konnten wir neue Kommunikationsvariablen schnell und richtig implementieren.

Die Aufgabe mit OPC-UA, Node-Red und CoDeSys zu arbeiten, machte mir anfangs ebenfalls ein wenig Angst, da ich mit zwei dieser drei Dinge noch nie richtig gearbeitet habe.

Vor allem beim CoDeSys Programm kam deswegen viel „learning by doing“ zum Einsatz.

Nichtsdestotrotz habe ich es (mit ein wenig Ach und Krach) geschafft, mich in das objekt orientierte Programm einzulesen, und es zu modifizieren.

Ich habe wie Luca gemerkt, dass die Erweiterungsmöglichkeiten unserer Anlage nahezu unendlich sind, und ich bin sehr motiviert die eine oder andere Erweiterung der Anlage bis zu den Sommerferien umzusetzen. Jedoch müssen wir definitiv Prioritäten setzen.

Es macht mich stolz zu sehen, dass wir in der Lage sind, bereits solch eine (doch recht komplexe) moderne Anlage eigenständig umzusetzen. Die Interdisziplinarität und Komplexität der Anlage erlaubte es mir, einiges an informatischem und industriellem Wissen anzueignen.

10.3 Zukunftsausblick

Wie auch aus der Aufgabenstellung zu entnehmen ist, war von Anfang an das Ziel ein Produkt zu haben, dass auch die Möglichkeit bietet Erweiterungen zu implementieren.

Neben den von Anfang an geplanten Erweiterungsmöglichkeiten kamen während der IPA auch neue Ideen hinzu.

- Produkte mehrfarbig anbieten dank MMU2
- Mit Einlagerungskonzept Wartezeiten bei Standardteilen verringern
- Mit Ultraschallsensor Lagerzustände messen, evtl. auch Werkobjekte des Roboters automatisch neu definieren
- Roboter soll stoppen, falls dieser Druckzone erreicht und Druck aktiv ist
- Andere Funktionen zur zusätzlichen Absicherung vor einem Crash oder allgemeinen Fehlfunktion
- HMI-Meldungen überarbeiten und evtl. Meldungen vom CPS-Gate implementieren
- „Arbeitsplatz“ mit Wendemodul implementieren
- Neue evtl. mehrteilige Produkte
- Produkt, auf welchem ein individueller Text eingedruckt wird

11 Eigenständigkeitserklärung (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

Wir, Luca Rosselli, geboren am 17. Dezember 2002, Bürger von Hettlingen und Nino Florjancic, geboren am 21. Juni 2002, Bürger von Winterthur, bestätigen hiermit, dass diese Dokumentation, abgegeben am 08.04.2022 von uns und ohne fremde Hilfe erstellt wurde.

Die Bilder haben wir mit unserem eigenen Handy erstellt, oder haben die entsprechenden Quellen angegeben.

Winterthur, 08.04.2022



Nino Florjancic

Winterthur, 08.04.2022



Luca Rosselli

12 Anhang (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

12.1.1 Arbeitsjournal Luca Rosselli

MSW Mechatronik
Schule
Winterthur

IPA 3D-Printing App.

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 25.02.2022

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
IPA-Start	08:00	08:00	00:00
Terminplanung erstellt	08:00	08:45	00:45
Kommunikationskonzept erstellt	08:45	09:20	00:35
Pause	09:20	09:40	00:20
Kommunikationskonzept erstellt	09:40	11:00	01:20
SW-Konzept Roboter erstellt	11:00	12:00	01:00
Start programmieren Roboter Programm	13:00	15:00	02:00
Pause	15:00	15:10	00:10
programmieren Roboter Programm	15:10	17:00	01:50
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Ziel des ersten Tages ist es, ein Kommunikationskonzept zu erstellen, welches die Kommunikation der Anlagenteile von Nino und mir regelt. Ausserdem sollte das SW-Konzept und das Roboterprogramm abgeschlossen werden.

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher:

Arbeitsdauer Total: 08:00

Fortschritt:

Die Terminplanung und das Kommunikationskonzept verlief ziemlich gut, ich kam gut voran, brauchte aber etwas länger, da wir doch einiges zu besprechen und planen hatten. Das Roboterprogramm konnte ich leider nicht wie gewünscht schon heute abschliessen, da ich vor allem zu Beginn noch ein bisschen unsicher war und nicht so gut vorankam. Dies verbesserte sich aber mit dem Nachmittag und was jetzt noch fehlt, ist hauptsächlich der Bewegungsablauf.

Unterschrift Kandidat

Luca Rosselli

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

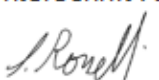
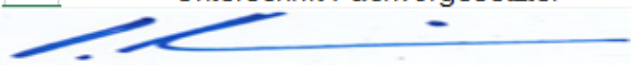
Arbeitsjournal vom 1.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Roboterprogramm fertiggestellt	08:00	09:20	01:20
Pause	09:20	09:40	00:20
SW-Konzept SPS erstellt	09:40	12:00	02:20
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Roboter-Programm und SW-Konzept der SPS fertigstellen	Arbeitsdauer heute:	04:00
		Arbeitsdauer vorher:	08:00
		Arbeitsdauer Total:	12:00

Fortschritt:	Ich konnte den restlichen Teil des Roboterprogramms abschliessen und das SW-Konzept erstellen. Auch wenn ich nicht wie geplant 4, sondern nur 3 Stunden für das SW-Konzept hatte, reichte die Zeit trotzdem. Dabei haben mir die von uns bereits erstellten Unterlagen geholfen. Insbesondere die Exceltabelle der Datentypen hat mir sehr geholfen.
---------------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause															
Unterschrift Kandidat		Unterschrift Fachvorgesetzter		Datum		Visum des Experten		Datum							
															

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

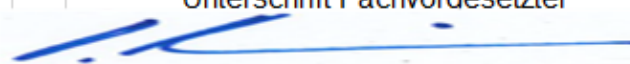
Arbeitsjournal vom 3.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
SPS-Programmstruktur mit Oli besprechen	08:00	08:10	00:10
Variablen in SPS und Robotersteuerung definieren	08:10	09:20	01:10
IO-Test Kommunikation SPS-Roboter	09:20	10:00	00:40
Start programmieren FB_HandshakeABB	10:00	12:00	02:00
Weiterprogrammieren des FB_HandshakeABB	13:00	14:00	01:00
FB_HandshakeABB austesten	14:00	15:00	01:00
FB_HandshakeABB austesten	15:00	17:00	02:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Heute werde ich mit dem SPS-Programm anfangen. Mein Ziel für heute wird sein, den FB_HandshakeABB zu programmieren und auszutesten.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	12:00
		Arbeitsdauer Total:	20:00

Fortschritt:	Ich konnte wie geplant den FB_HandshakeABB programmieren. Soweit scheint alles zu funktionieren. Was ich noch testen will ist der Ablauf des Roboters mit einem richtigen Druckteil, sodass ich dann evtl. kleine Änderungen am Druckteil-Wegnahmeprozess ändern kann. Als nächstes kann ich den FB_application programmieren, welcher letztendlich die Applikation auslöst.
---------------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause																					
Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum																	
																					

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 4.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
FB_Handshake_ABB mit Druckteil testen	07:40	08:10	00:30
FB_Application erstellen	08:10	09:20	01:10
Pause	09:20	09:40	00:20
FB_Application programmieren	09:40	10:10	00:30
Kommunikationsvariablen mit Nino besprechen	10:10	11:40	01:30
FB_Application programmieren	11:40	12:00	00:20
FB_Application programmieren	13:00	15:00	02:00
pause	15:00	15:10	00:10
FB_Application programmieren	15:10	15:30	00:20
IPA Startgespräch	15:30	16:00	00:30
FB_Application programmieren	16:00	16:40	00:40
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Mein Ziel wird heute sein, den Ablauf des Roboterprogramms fertig zu testen. Ausserdem werde ich heute am SPS-Programm weiterprogrammieren. Dabei wird vor allem herausfordernd sein, dass ich die Bedingungen noch nicht alle kennen. Ich werde also, wie beim FB_HandshakeABB, die "Aktion" programmieren und die Bedingungen dazu simulieren.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	20:00
		Arbeitsdauer Total:	28:00

Fortschritt:	heute morgen konnte ich den Ablauf des Roboters auch mit einem neu gedruckten Teil erfolgreich testen. Danach habe ich mit Nino nochmals unsere Kommunikationsvariablen angeschaut. Dabei ging es vor allem darum offene Fragen meinerseits zu klären, sodass ich beim Programmieren weiss, welche Variablen Nino benötigt. Danach habe ich den FB_Application programmiert und das besprochene bereits teilweise umgesetzt.
---------------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 08.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Dbs für Datentypen erstellen und im programm zuweisen	08:00	08:20	00:20
FB_OpMode: Start mit programmieren (nach Prozessablauf)	08:20	09:20	01:00
Pause	09:20	09:40	00:20
FB_OpMode Betriebsarten programmieren	09:40	12:00	02:20
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Mein Ziel wird es heute sein, die relevantesten Daten fürs CPS-Gate aufzubereiten, bzw. bereitzustellen, sodass wir die Zusammenarbeit ein erstes Mal testen können. Dafür muss ich vor allem alle Datentypen in DBs schreiben damit Nino per OPC-UA ebenfalls darauf zugreifen kann.	Arbeitsdauer heute:	04:00
		Arbeitsdauer vorher:	28:00
		Arbeitsdauer Total:	32:00

Fortschritt:	leider konnten wir heute noch keine Tests durchführen, da Nino das CPS-Gate zuerst noch fertig programmiert werden muss. Dies war aber nicht weiter schlimm, da ich die Zeit nutzen konnte um weiterzuprogrammieren. Dennoch fände ich es gut wenn wir sobald wie möglich erste Tests machen können, damit ich sehen kann, ob das bereits programmierte sauber mit den Daten vom CPS-Gate funktioniert.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause															
Unterschrift Kandidat		Unterschrift Fachvorgesetzter		Datum		Visum des Experten		Datum							
															

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 10.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Neue FBs im Programm implementieren (Aufruf im OB1, etc.)	07:50	08:30	00:40
für alle Variablen Beobachtungstabellen erstellen und fürs Testen vorbereiten	08:30	09:20	00:50
Pause	09:20	09:40	00:20
Test mit Simulation der Variablen von CPS-Gate und Raspi	09:40	12:00	02:20
Verbesserungen in FB_HandshakeABB und FB_Application vollzogen	12:50	14:00	01:10
Start programmieren FB_MMI	14:00	15:00	01:00
Pause	15:00	15:10	00:10
weiterprogrammieren am FB_MMI (Ansteuerung Smartlight)	15:10	16:20	01:10
FB_Smartlight provisorisch fertigprogrammiert und getestet (richtiger Test erst mit CPS-Gate)	16:20	16:40	00:20
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Mein Ziel ist, dass wir heute die Kommunikation zwischen dem CPS-Gate und der Siemens-SPS, also meinem Programmteil, testen können. Schön wäre es, mit den Erkenntnissen des heutigen Testes die Kommunikation zwischen Siemens-SPS und CPS-Gate abzuschliessen, ob das heute möglich ist kann ich jedoch erst nach dem testen beurteilen.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	32:00
		Arbeitsdauer Total:	40:00

Fortschritt:	Leider konnten wir die die Kommunikation zwischen CPS-Gate und Siemens-SPS auch heute nicht testen, da es im Zusammenhang mit dem CPS-Gate aktuell noch Probleme. Nach einer Absprache mit Nino habe ich beschlossen, dass ich meinen Teil teste und das CPS-Gate vorerst nur simuliere. Auch wenn das Simulieren relativ aufwändig war hat es sich gelohnt, da ich noch 1-2 Fehler ausmerzen konnte, welche nichts mit der Kommunikation zum CPS-Gate an sich zu tun hatten. Stand jetzt sollte die Anlage die Kernfunktion (Auf Anweisung vom CPS-Gate auftrag ausführen) erfüllen. Am Nachmittag habe ich mich dazu entschlossen, die Signallampe zu programmieren. Auch wenn diese nicht die grösste Priorität hat. Der Grund war, dass ich im Zuge der kürzlichen Programmierung der Betriebswahl die Signallampe gut damit verknüpfen konnte.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 11.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Sicherheitsfunktionen überarbeiten	08:00	09:20	01:20
Pause	09:20	09:40	00:20
Sicherheitsfunktionen überarbeiten	09:40	10:00	00:20
Einarbeit in HMI-Vorlage	10:00	11:00	01:00
HMI-Konzept	11:00	12:00	01:00
Start HMI Programmieren	13:00	15:00	02:00
Pause	15:00	15:10	00:10
Mit Nino Kommunikationsvariablen aus dem UA Expert exportieren und Kommunikation testen	15:10	17:00	01:50
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Da die Zeit Gestern nicht mehr gereicht hat, ist auch heute noch das Ziel, die Anlage mit dem CPS-Gate zu testen und anschliessend restliche Fehler zu beseitigen.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	40:00
		Arbeitsdauer Total:	48:00

Fortschritt:	Heute habe ich zuerst die Sicherheitsfunktion bei Not-Halt überarbeitet, damit die Applikation nach einem Reset zuerst gerichtet werden muss und nicht sofort weiterarbeitet. Da der Automatikbetrieb soweit abgeschlossen ist, habe ich mich dazu entschlossen mit dem HMI zu beginnen. Dies, obwohl laut meinem Terminplan der Einrichtbetrieb der nächste Punkt wäre. Der Grund hierfür ist, dass für den Einrichtbetrieb nicht sehr viel programmiert, sondern vor allem parametrisiert/konfiguriert werden muss, was ich zum Teil schon zu Beginn gemacht habe. Vieles aus dem Einrichtbetrieb lässt sich ausserdem direkt per HMI ansteuern, weshalb es für mich Sinn macht dieses zu priorisieren und allfällige Arbeiten für den Einrichtbetrieb im Anschluss zu machen. Leider sind wir beim Testen der Anlage mit CPS-Gate und Siemens-SPS nicht so weit gekommen wie gewünscht, jedoch konnten wir die Kommunikation an sich erfolgreich testen.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 15.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Lieferung item kontrollieren	07:45	08:00	00:15
erste Tests mit Kommunikation	08:00	09:20	01:20
Tests weiterführen und vorübergehend abschliessen	09:20	10:50	01:30
neue Erkenntnisse im Programm umsetzen	10:50	11:10	00:20
HMI weiterprogrammieren (Struktur)	11:10	12:00	00:50
HMI weiterprogrammieren (Struktur)	13:00	15:00	02:00
Pause	15:00	15:10	00:10
HMI weiterprogrammieren (Home - Printer)	15:10	16:00	00:50
HMI weiterprogrammieren (system)	16:00	16:45	00:45
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Da das Testen von CPS-Gate in Zusammenarbeit mit meinem Anlagenteil (Siemens-SPS) schon lange im Raum steht hat dies heute oberste Priorität. Das Ziel wäre also, diese Anlagenteile erfolgreich in Betrieb zu nehmen.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	48:00
		Arbeitsdauer Total:	56:00

Fortschritt:	Das Testen hat nach anfänglichen Schwierigkeiten mit der Kommunikation gut geklappt. Das Problem war, dass ich im SPS-Programm gewisse Datentypen überschrieben wurden und es so zu verschiedenen Signalen beim OPC-UA kam, welches den Status auch mitten im Zyklus abfragte. Die restliche Zeit habe ich ins HMI investiert. Dort bin ich Strukturmässig soweit fertig und muss jetzt noch die bereits erstellten Bilder komplettieren.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 17.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Gespräch mit Nino (Tagesziel, weitere Funktionen etc.)	08:00	08:30	00:30
HMI weiterprogrammieren (Eingabe Ausgabe Drucktemp, etc.) / mit Order den Ablauf getestet	08:30	09:20	00:50
Pause	09:20	09:40	00:20
HMI weiterprogrammieren (Eingabe Ausgabe Drucktemp, etc.)	09:40	12:00	02:20
HMI weiterprogrammieren (Einrichten Drucker)	13:00	15:00	02:00
pause	15:00	15:10	00:10
Visualisierung / Bedienbarkeit der Betriebswahl-Buttons angepasst und getestet	15:10	17:00	01:50
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Gemeinsames Ziel: Order wird ausgeführt mit manuellem Druckstart (programmieren und Testen für Zwischengespräch). Persönliches Ziel: weiter am HMI arbeiten, evtl. mit Nino abgemachte Schutzfunktionen testen.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	56:00
		Arbeitsdauer Total:	64:00

Fortschritt:	Unser gemeinsames Ziel konnten wir ziemlich schnell erreichen und so fokussierte ich mich für den Rest des Tages auf das HMI. Die grösste Schwierigkeit am HMI war, die Betriebswahl-Buttons und die Funktionen dahinter so zu (Um-)programmieren, dass die Anlage Betriebsgerecht funktioniert. Vor allem die Verknüpfung zum CPS-Gate bringte in diesem Bereich herausforderungen mit sich.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 18.03.2022

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Funktionstest der Anlage	08:00	08:15	00:15
IPA Zwischengespräch	08:15	08:45	00:30
Fehleranalyse und Vorbereitung für Fehlerbehebung	08:45	09:20	00:35
Pause	09:20	09:40	00:20
div. Fehlerbehebungen / Verbesserungen (MES IP für cps-gate freigeben etc.)	09:40	12:00	02:20
HMI Funktion für Temperatursteuerung drucker angepasst	13:00	15:00	02:00
Pause	15:00	15:10	00:10
Start programmieren hmi smartlight -home & smartlight - setup	15:10	17:00	01:50
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

mit Aus	Ziel: Alle Prozessdaten (mit Ausnahme HMI-Meldungen) aus der Aufgabenstellung im HMI implementiert. (Soll & Wunschziele)	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	64:00
		Arbeitsdauer Total:	72:00

Fortschritt:	Leider konnte ich heute nicht wie gewünscht arbeiten sondern hatte oft Schwierigkeiten. Beispielsweise hatte ich Schwierigkeiten mit der Steuerung der Temperaturen des Druckers übers HMI. Stand Jetzt wird die Temperatur nur nach deaktivierung des EA-Feldes übermittelt. Ich habe mich dazu entschieden es vorerst so zu belassen und mit anderen Aufgaben weiterzumachen. Nach Möglichkeit werde ich das Problem später nochmals aufgreifen und beheben.
--------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 22.03.2022

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
datentypen mit Excel-Tabelle abgleichen	08:00	08:15	00:15
HMI Smartlight Einrichten programmieren	08:15	09:20	01:05
Pause	09:20	09:40	00:20
HMI Drucker einrichten programmieren	09:40	10:30	00:50
HMI Drucker einrichten programmieren	10:30	12:00	01:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Alle bis jetzt implementieren Funktionen fertigstellen/testen. Vor allem HMI-seitig testen ob alles funktioniert, bevor weitere Funktionen implementiert werden.	Arbeitsdauer heute:	04:00
		Arbeitsdauer vorher:	72:00
		Arbeitsdauer Total:	76:00

Fortschritt:	Ich konnte mein Ziel erreichen und begonnene Dinge abschliessen. Neben den abschliessenden Tests mit Nino errachte ich noch als wichtig, dass wir gewisse HMI-Meldungen implementieren, um Beispielsweise darauf hinzuweisen, falls der Not-Halt betätigt wird.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause															
Unterschrift Kandidat		Unterschrift Fachvorgesetzter		Datum		Visum des Experten		Datum							
															



IPA 3D-Printing App

Arbeitsjournal vom 24.03.2022

		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Arbeitsunterbruch, Da Besuch Fachhochschule Nordwestschweiz	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:		Arbeitsdauer heute:	00:00
		Arbeitsdauer vorher:	76:00
		Arbeitsdauer Total:	76:00

Fortschritt:	
---------------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause																			
Unterschrift Kandidat		Unterschrift Fachvorgesetzter		Datum		Visum des Experten		Datum											

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

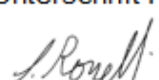
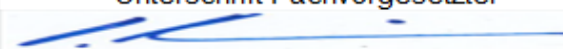
Arbeitsjournal vom 25.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
HMI komplettieren (Druckdetails, HMI-Meldungen)	08:00	09:20	01:20
Pause	09:20	09:40	00:20
HMI komplettieren (HMI-Meldungen, kleine Fehler)	09:40	12:00	02:20
Test der Anlage meinerseits, diverse Fehlerbehebungen	13:00	17:00	04:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	praktischen Teil der Arbeit abschliessen, Start mit theoretischem Teil der Arbeit (Bedienungsanleitung, Doku)	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	76:00
		Arbeitsdauer Total:	84:00

Fortschritt:	Ich konnte mein Mindestziel erreichen und den praktischen Teil der Arbeit abschliessen. Jedoch kam ich nicht weiter, da es noch diverse Verbesserungsmöglichkeiten gab, welche ich ausbessern wollte. Bis wir die Anlage gemeinsam testen können, will ich das nächste Mal mit der Bedienungsanleitung beginnen, um nicht zu fest in Verzug zu kommen.
---------------------	--

	1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause																		
Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum															
																			

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 29.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Arbeitsunterbruch, Da Nino in Isolation	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:		Arbeitsdauer heute:	00:00
		Arbeitsdauer vorher:	84:00
		Arbeitsdauer Total:	84:00

Fortschritt:	
---------------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause																			
Unterschrift Kandidat		Unterschrift Fachvorgesetzter		Datum		Visum des Experten		Datum											
																			

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 31.03.2022

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

[illegible]

Tagesziel:		Arbeitsdauer heute:	00:00
		Arbeitsdauer vorher:	84:00
		Arbeitsdauer Total:	84:00

Fortschritt:	
---------------------	--

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

S. Ronell.



IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 1.04.2022

16

17

18

19

20

21

22

23

24

4 | 25

5 | 20

6 | 2

7 | 2

3 | 2

9 | 3

0 |

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Organisatorisches, Modifikation Terminplan etc.	08:00	08:30	00:30
Start Bedienungsanleitung schreiben	08:30	09:20	00:50
Pause	09:20	09:40	00:20
Bedienungsanleitung weiterschreiben	09:40	11:30	01:50
Angefallene Details im Programm angepasst	11:30	12:00	00:30
Start Inbetriebnahme mit Nino Ablauf inkl. Not-Halt	13:00	14:00	01:00
Anpassungen bzw. Fehlerbehebungen ausgeführt	14:00	15:00	01:00
Pause	15:00	15:10	00:10
Test der Anpassungen	15:10	16:00	00:50
letzte Verbesserungen	16:00	17:00	01:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Bedienungsanleitung fertig und mit IB begonnen	Arbeitsdauer heute:						08:00
		Arbeitsdauer vorher:						84:00
		Arbeitsdauer Total:						92:00

Fortschritt:	Ich konnte heute mein Ziel erreichen und die Bedienungsanleitung schreiben. Die Inbetriebnahme konnten wir soweit durchführen und letzte Verbesserungen durchführen.
---------------------	--

		1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause			
Unterschrift Kandidat		Unterschrift Fachvorgesetzter		Datum	Visum des Experten
					

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

Arbeitsjournal vom 5.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Start technische Doku (SW-Konzepte importiert, IO-Listen etc.)	08:00	09:20	01:20
Pause	09:20	09:40	00:20
Screenshots von HMI-Bildern für Bedienungsanleitung gemacht	09:40	10:00	00:20
IB nach IB-Protokoll durchgeführt (Nino geholfen und eigenen Teil überprüft)	10:00	12:00	02:00
technische Doku SPS und Roboter beschrieben	13:00	17:00	04:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Mein Ziel wird heute sein, die technische Dokumentation abzuschliessen. Dies liegt zwar hinter meinem Terminplan, ist aber trotzdem ein anspruchsvolles Ziel, da ich noch nicht so weit bin wie geplant.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	92:00
		Arbeitsdauer Total:	100:00

Fortschritt:	Ich konnte mein Ziel heute mehr oder weniger erreichen und die technische Doku vorläufig abschliessen. Was noch fehlt ist mindestens die Bedienungsanleitung, welche ich aber nur noch hineinkopieren muss.
---------------------	---

	1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause																		
Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum															
																			

IPA 3D-Printing App

Luca Rosselli

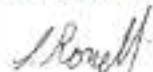
Arbeitsjournal vom 7.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Projektdoku geschrieben (div. kleine Themen wie Vorwort, IPA-Vorbereitung etc.)	08:00	09:20	01:20
Pause	09:20	09:40	00:20
Projektdoku geschrieben (Projektverlauf / Reflexion Terminplan)	09:40	12:00	02:20
Weiterarbeit an Dokumentationen (div. Dinge wie Kommunikationsvariablen einfügen etc.)	13:00	15:00	02:00
Pause	15:00	15:10	00:10
Weiterarbeit an Dokumentationen (div. Dinge wie Kommunikationsvariablen einfügen etc.)	15:10	17:00	01:50
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Beide Dokumentationen im groben Umfang abschliessen, so dass ich mich am Freitag aufs korrigieren, ausbessern und die Abgabe konzentrieren kann.	Arbeitsdauer heute:	08:00
		Arbeitsdauer vorher:	100:00
		Arbeitsdauer Total:	108:00

Fortschritt:	Ich habe meinen Teile der Doku soweit abgeschlossen und bin jetzt daran allgemeine Dinge wie Kommunikationsvariablen einzufügen und bereite die Abgabe vor.
---------------------	---

1 AT= 8Std. inklusive 30 Min. Pause				
Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum
				



IPA 3D-Printing App

Arbeitsjournal vom 8.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Aufgabenstellung und Bewertung durchlesen	08:00	08:15	00:15
Div. Arbeiten an Doku (Bedienungsanleitung eingefügt, unsere Namen den Überthemen zugewiesen etc.)	08:15	09:20	01:05
Pause	09:20	09:40	00:20
Reflexion geschrieben	09:40	12:00	02:20
Abgabe/Maschinenübergabe vorbereiten	13:00	14:00	01:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:	Das Tagesziel dürfte heute sein die IPA abzugeben und die Maschinenübergabe mit unserem Fachforgesetzten und unserem Lehrmeister durchzuführen.	Arbeitsdauer heute:	05:00
		Arbeitsdauer vorher:	108:00
		Arbeitsdauer Total:	113:00

Fortschritt:	Da ich meine Kapitel grösstenteils schon geschrieben hatte konnte ich mich heute den Details widmen und meinen Teil korrigieren, ein Deckblatt erstellen Fazit schreiben etc. Mit der Maschinenübergabe bin ich trotz eines kleinen Fehlers, welcher wahrscheinlich an einem Kommunikationsunterbruch liegt, zufrieden.
---------------------	---

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause					
Unterschrift Kandidat	Unterschrift Fachvorgesetzter	Datum	Visum des Experten	Datum	

12.1.2 Arbeitsjournal Nino Florjancic



IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 25.02.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Start IPA (Experte in Isolation, kein Startgespräch)	08:00	08:00	00:00
Terminplanung erstellen	08:00	08:45	00:45
Softwarekonzept und Kommunikationskonzept Notizen machen und besprechen	08:45	10:30	01:45
Variablentabelle für alle Kommunikationsvariablen erstellen (Excel)	10:30	12:00	01:30
Variablentabelle für alle Kommunikationsvariablen erstellen (Excel)	13:00	14:45	01:45
Softwarekonzept CPS-Gate inkl. MES kommunikation erstellen	14:45	17:00	02:15
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Software- und Kommunikationskonzept fertig erstellt. Die Lage soll ausserdem so gut abgesprochen sein, dass beide Parteien der IPA unabhängig voneinander programmieren können. Evtl. MES bereits fertig konfiguriert

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher:

Arbeitsdauer Total: 08:00

Fortschritt:

Softwarekonzept wurde fertiggestellt, ebenso die Kommunikations-Variablentabelle. Zudem wurde eine Netzwerktopologie bzw. ein grafisches Kommunikationskonzept im Visio erstellt. Leider war keine Zeit mehr, um das MES zu konfigurieren, da das Ausarbeiten eines sauberen Kommunikationskonzeptes mehr Zeit in Anspruch genommen hat als erwartet. Dafür kann ich jetzt am Montag direkt und mit guter Planung anfangen zu Konfigurieren.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 01.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Besprechen des Kommunikationskonzept mit Oli	07:45	08:00	00:15
Konfiguration MES (einspeicherung Teil, Workplan und Operation)	08:00	10:00	02:00
Konfigurieren der Variablen und Datentypen im CPS-Gate, testen von OPC-UA	10:00	11:45	01:45
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

MES Fertig Konfiguriert, OPC-UA im CPS-Gate konfiguriert, Datentypen und Variabeltabellen in CPS-Gate eingetragen, (evtl. beginnen zu programmieren)

Arbeitsdauer heute: 04:00

Arbeitsdauer vorher: 08:00

Arbeitsdauer Total: 12:00

Fortschritt:

Die Konfiguration des MES ist soweit abgeschlossen, konnte jedoch technisch noch nicht getestet werden. Auch ist nur ein "lite" Workplan hinterlegt, welcher noch keine Schöggeli hineinlegt. Dies sollte zum testen reichen. Die Kommunikationsvariablen wurden im CPS Gate hinterlegt, und die OPC-UA Verbindung aufgesetzt und getestet. Ich kam also (fast) genau so weit wie ich dachte, und ich kann am Donnerstag gleich mit dem Programmieren des CPS-Gate beginnen.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 03.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
CPS-Gate Lösungsfindung für Buffer-Problem	08:00	12:00	04:00
Testen der Lösung für Bufferproblem und korrektur	13:00	16:30	03:30
Besprechung mit Luca aufgrund von Kommunikations-unklarheiten des CPS-Gate	16:30	17:00	00:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

CPS-Gate Programmierung möglichst fertig und evtl. getestet. (Ich habe das Gefühl, dass ich schneller fertig sein werde als es der Zeitplan vorsieht, da wir ein gutes Konzept haben)

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 12:00

Arbeitsdauer Total: 20:00

Fortschritt:

Leider bin ich heute nicht so weit gekommen wie ich es mir gewünscht habe. Mir wurde klar, dass ich mit der aktuellen Bufferkonfiguration unseres Moduls im MES keine Möglichkeit habe, den Carrier ohne die Applikation zu starten weiterzuschicken. Dies wurde ein Problem, da ich dies machen muss, falls der Druckauftrag nicht zum Carrier-Auftrag passt. Ich musste also eine Lösung finden und mit Oli besprechen. Schlussendlich haben wir uns auf ein Zweibuffersystem geeinigt (to und from AGV), wobei der from AGV buffer gesperrt bleibt, während sich etwas auf dem To AGV befindet. Diese Lösung musste dann erst programmiert werden, sodass ich mit der eigentlichen Applikation noch nicht beginnen konnte.

1 AT= 8Std. inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 04.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Ändern des Buffer-Blockiersystems im CPS-Gate, tests und Besprechung der Kommunikation mit Luca	10:00	12:00	02:00
Schreiben des FBs "AppModule_3dPrinting"	13:00	13:30	00:30
Implementieren der Steuervariablen, welche das Gate über OPC-UA erhält	13:30	15:00	01:30
Gespräch mit Experte (Sandro Burren)	15:00	16:00	
Implementieren weiterer Steuervariablen, welche das Gate über OPC-UA erhält	16:00	17:00	01:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

CPS-Gate fertig programmiert und Kommunikations-/Steuervariablen integriert.

Arbeitsdauer heute: 05:00

Arbeitsdauer vorher: 20:00

Arbeitsdauer Total: 25:00

Fortschritt:

Leider kam ich wieder nicht so weit wie erwartet. Die bereits vorhandene Programmierung des Gates ist sehr komplex und objektorientiert. Dies haben wir nie gelernt, daher muss ich mich vorzu immer weiter ins Programm einlesen und ich entdecke neue Probleme. Die Programmierung zieht sich daher sehr in die Länge. Jedoch sollte ich bald fertig sein mit der Programmierung des Gates, da mir nur noch ein paar wenige Steuervariablen-Implementationen fehlen, bei welchen ich noch schauen muss, wie ich sie integriere. Jedoch weiss ich nicht, ob das testen gut verläuft, oder ob sich dort weitere Bugs/Fehler zeigen.

1 AT= 8Std, inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 08.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Implementieren weiterer Steuervariablen, welche das Gate über OPC-UA erhält	07:45	11:00	03:15
Implementieren der Statusvariablen, welche das CPS-Gate an die Siemens-SPS versendet	11:00	11:45	00:45
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

CPS-Gate fertig programmiert, getestet (evtl. zusammen mit Lucas Programmteil) und die größten Bugs gefixt

Arbeitsdauer heute: 04:00

Arbeitsdauer vorher: 25:00

Arbeitsdauer Total: 29:00

Fortschritt:

Heute bin ich fast fertig geworden. Es sind nun alle nötigen Kommunikationsvariablen ins CPS-Gate implementiert. Sie sind jedoch noch nicht getestet. Dies wird am Donnerstag geschehen, es sollte aber soweit alles funktionieren nach meinen mini-Tests. Leider konnte ich gewisse Funktionen nicht ganz sauber integrieren, da ich gewisse Funktionen auch nach längerem Reverse-Engineering nicht aufschlüsseln konnte. So kam es, dass ich gewisse Variablen direkt auf Ausgänge schreibe (manuelle Steuerung)

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum



IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 10.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
CP-Factory aufstarten und MES-Backup laden	08:00	08:25	00:25
CPS-Gate Kommunikation durch Simulation testen	08:25	09:30	01:05
CPS-Gate Robotino-Abholfehler Lösungsansätze suchen und testen	09:30	12:00	02:30
CPS-Gate Robotino-Abholfehler beheben	13:00	15:30	02:30
GPS-Gate Kommunikation durch Simulation fertig testen	15:30	17:00	01:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

CPS Gate Programmierung getestet und ca. 1/3 aller Kommunikationsvariablen zum Raspberry-Pi in Node-Red implementiert.

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 29:00

Arbeitsdauer Total: 37:00

Fortschritt:

Das CPS-Gate machte leider weiterhin Probleme. Als ich mit dem Testen der Kommunikation durch Simulation per UA-Expert beginnen wollte, musste ich nach kurzer Zeit unterbrechen, da ich dank dem Fehler, dass der Robotino den Carrier nicht abholen will den Ablauf nicht testen konnte. Also musste ich diesen Fehler zuerst beheben, was seine Zeit in Anspruch nahm. Ich wurde jedoch gerade noch fertig, und konnte die Kommunikation testen. Die Programmierung/Testung des CPS-Gates ist somit abgeschlossen. Mit Node-Red konnte ich leider noch nicht beginnen.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 11.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Node-RED konfigurieren (settings.js file)	08:00	08:45	00:45
Node-Red Variabelnsynchronisation (Proxy) zwischen CPS-Gate und Siemens SPS einrichten	08:45	11:30	02:45
Node-Red Variabelnsynchronisation (Proxy) zwischen CPS-Gate und Siemens SPS Fehler beheben	11:30	12:00	00:30
Node-Red Variabelnsynchronisation (Proxy) zwischen CPS-Gate und Siemens SPS Fehler beheben	13:00	15:30	02:30
Kommunikation zwischen Siemens-SPS und CPS Gate per Beobachtungstabelle testen und Fehler beheben	15:30	17:00	01:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

OPC-UA Proxy zwischen CPS-Gate und Siemens SPS programmiert, und programm getestet (zusammen mit Siemens-SPS). Zudem mind. 1/3 der Kommunikationsvariablen zum Raspberry-Pi (Node-Red) implementiert.

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 37:00

Arbeitsdauer Total: 45:00

Fortschritt:

Den Kommunikations-Proxy zu erstellen war nicht ganz einfach. Mir war es wichtig eine Lösung zu finden, bei der man ohne grosse Anpassungen im Node-Red Editor Synchronisationsvariablen hinzufügen kann. Daher habe ich den Lösungsansatz eines Arrays mit JSON Objekten gewählt. Die Fehlersuche danach nahm aber so viel Zeit in Anspruch, dass ich nicht zur 3D-Druck Schnittstelle kam. Schlussendlich war aber vieles nur ein Schreibfehler in den Node-IDs von OPC-UA. Die Kommunikation funktioniert aber nun einwandfrei. Dies konnten wir mit Beobachtungstabellen testen. Der Test mit Applikation folgt am Dienstag.

1 AT= 8Std. inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 15.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Aufstarten der CP-Factory	08:00	08:15	00:15
Testen der Applikation samt Kommunikation (ohne 3D-Drucker) und Fehler in Kommunikation (SPS) Beheben	08:15	09:45	01:30
Testen der Applikation und kleinere Fehlerbehebungen der Siemens-SPS (Luca)	09:45	10:30	00:45
Einlesen in die Octoprint API und Erstellen eines universal-Subflows für GET-Anfragen an Octoprint	10:30	12:00	01:30
Implementieren der Variablen über allgemeinen Drucker- und Octoprintstatus und testen	13:00	15:00	02:00
Implementieren der Variablen über aktuellen Druckstatus und testen	15:00	17:00	02:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Anlagenfunktion ohne 3D-Drucker getestet und funktionsfähig. Mind. 1/2 der OPC Variablen zwischen SPS und Raspi in Node-Red integriert (3D-Druck funktion)

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 45:00

Arbeitsdauer Total: 53:00

Fortschritt:

Heute kam ich fast genau so weit wie ich mir mein Tagesziel gesetzt habe. Die meisten Statusvariablen aus Node-Red bzw. Octoprint werden an die Siemens-SPS geschickt. Auch der Test des Ablaufes und Kommunikation (ohne 3D-Drucker) verlief gut. Es gibt nur kleinere Bugs zu fixen, die wir auf später verschoben haben. Ich hoffe, dass ich am Donnerstag einen Grossteil der restlichen Variablen integrieren kann, und evtl bereits am Freitag mit der NR-MES Kommunikation beginnen kann. Das grösste Problem das ich heute (glücklicherweise) hatte, war die Fehldefinition von Reals/Floats als Integer im Node-Red. Dies war aber schnell und ohne grosse Fehlersuche behoben.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 17.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Besprechung Tagesziel und Kommunikation mit Luca	08:00	08:30	00:30
Kleine Korrekturen an Print-Job Variablen Schnittstelle	08:30	09:30	01:00
Connection-State Variablen Flow erstellen und bugs fixen	09:30	12:00	02:30
Test des Ablaufes samt 3D-Drucker (gewisse Variablen simuliert)	13:00	14:15	01:15
Kleiner Fehler von xAuto Variable beheben (CPS-Gate Ausgangsvariable)	14:15	14:30	00:15
Octoprint Request Subflow dynamischer gemacht. Kann jetzt GET und POST requests an API senden	14:30	15:00	00:30
Programmieren und Ausprobieren von Commands von SPS zu Drucker (Schnittstelle Node-Red)	15:00	17:00	02:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Alle Raspberry-Pi Variablen soweit integriert, dass ein Ablauf mit 3D-Drucker getestet werden kann. (Der MES-Teil muss noch nicht funktionstüchtig sein. Dieser "Abfrage-Druckstart" teil wird von uns simuliert)

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 53:00

Arbeitsdauer Total: 61:00

Fortschritt:

Heute kam ich leider wieder nicht so schnell voran wie ich es mir erhofft habe. Ich bin noch nicht fertig mit allen Raspi-Variablen. Gewisse mussten wir auch streichen, oder noch offen lassen, da sie entweder im Zusammenhang mit dem MES stehen (noch nicht implementiert in NR), oder aber überflüssig/nicht realisierbar sind (Safe-Stop vom Drucker etc.). Ich bin nun aber an einer effizienten und skalierbaren Lösung für die Drucker-Commands, welche jedoch noch nicht fertig ist und somit nicht getestet werden konnte. Ein Test des Ablaufs samt 3D-Drucker (Auftrag manuell gestartet) war aber nach kleinen Korrekturen auf dem CPS-Gate erfolgreich. Daher sind wir (mit Verzögerung) auf einem guten Weg.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 18.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Einschalten der CP-Factory und unserer Applikation & kleiner Funktionstest	08:00	08:15	00:15
Zwischengespräch mit Experte	08:15	08:45	00:30
Fehlersuche und Behebung des Fehlers, welcher bei Demo aufgetreten ist	08:45	09:15	00:30
Integration der "einfachen" single-gcode steuerbefehle an Drucker in Node-Red	09:15	11:00	01:45
Kleinere Fehlerkorrekturen und Integration von Temperatur-Setz Befehl an 3D-Drucker	11:00	12:00	01:00
Integration der restlichen 3D-Drucker Steuervariablen und Tests	13:00	15:15	02:15
Kommentieren und Strukturieren des heute programmierten	15:15	15:45	00:30
Ausprobieren von MES Abfragen für automatischen Druckstart	15:45	17:00	01:15
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Alle Raspberry-Pi Variablen soweit integriert, dass ein Ablauf mit 3D-Drucker vollumfänglich (samt Ansteuerung Drucker) getestet werden kann. Die MES-Abfrage und Druckstart des Teil ist teils integriert, muss aber noch nicht ganz fertig sein.

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 61:00

Arbeitsdauer Total: 69:00

Fortschritt:

Mein Tagesziel habe ich heute fast erreicht. Alle Input-Variablen in den Raspi werden verarbeitet. 3D-Druck und interne Commands werden ausgeführt. Zudem habe ich alles schön strukturiert und kommentiert. Das grösste Problem was sich heute zeigte war das, dass der Robotino nicht docken wollte bei der Demo. Dies lag schlussendlich aber nicht an meiner Programmierung, sondern an einer Variable, welche mir Luca dauerhaft schrieb. Mit der MES Abfrage und Druckstart konnte ich nur ein bisschen beginnen, und ein paar Abfragen ausprobieren. Für mehr hat es leider nicht gereicht. Dafür ist die heute programmierte Software stabil und (stand Heute) nicht fehleranfällig. Dies war mir wichtig, um einen stabilen Betrieb zu gewähren. Am Dienstag werde ich mit der MES Abfrage und Druckstart beginnen.

1 AT= 8Std. inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 22.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Anschauen von verschiedenen Möglichkeiten der MES-Auswertung per TCP-String	08:00	08:30	00:30
Ausprobieren der Abfragen in Node-Red und bugs fixen	08:30	09:30	01:00
Programmierung einer eigenen "String to JSON" Funktion	09:30	12:00	02:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Node-Red MES Abfrage teils integriert, sodass ich Aufträge aus dem MES lesen kann, und auswerten, ob es sich um einen 3D-Druck auftrag handelt

Arbeitsdauer heute: 04:00

Arbeitsdauer vorher: 69:00

Arbeitsdauer Total: 73:00

Fortschritt:

Leider konnte ich heute nicht viel meines Tagesziels umsetzen. Nachdem ich gemerkt habe, dass Silvans (MES String to JSON) Funktion keine Booleschen Werte unterstützt (brauche ich für "enabled" des Auftrags), habe ich versucht, dies zu fixen, was mir nicht gelang. Also entschied ich mich, eine eigene Funktion zu schreiben, welche die MES abfrage auch noch besser Formatiert. Damit wurde ich zwar fertig, für mehr reichte es aber nicht.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum



IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 24.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Arbeitsunterbruch weil CP-Factory besetzt (ganztägig)

Arbeitsdauer heute: 00:00

Arbeitsdauer vorher: 73:00

Arbeitsdauer Total: 73:00

Fortschritt:

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 25.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
CP-Factory aufstarten	08:00	08:30	00:30
MES-Verbindungsabfrage programmieren	08:30	09:15	00:45
Octoprint File-Grabber und processing programmieren	09:15	11:30	02:15
"Incompatible Part" ermitteln und Variable an Siemens SPS senden	11:30	12:00	00:30
Alle Drucker-Variablen auch in den Node-Red Variabelspeicher laden (implementation)	13:00	14:00	01:00
Implementation des Druckauftrag-Start Prozesses wenn ein MES Auftrag ansteht	14:00	17:00	03:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

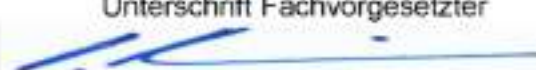
Tagesziel: Automatischer 3D-Druckstart durch MES integriert (also auch alle Kommunikationsvariablen integriert). Gesamtfunktion grob getestet und IB-Protokoll erstellung angefangen

Arbeitsdauer heute: 08:00
Arbeitsdauer vorher: 73:00
Arbeitsdauer Total: 81:00

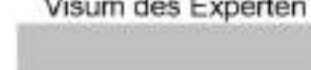
Fortschritt: Die Funktion ist fast fertig, konnte aber noch nicht getestet werden. Leider dauerte die Implementation wiederum länger, da ich einen "inkompatiblen Auftrag" im MES automatisch löschen lassen wollte. Dies funktionierte aber vorerst nicht, da der TCP request aus unerklärlichen Gründen "failed" anzeigte. Irgendwann Klappte es dann plötzlich, ohne grosse Änderungen. Am Dienstag muss ich noch implementieren, dass die "Pickup Position" Variable gesetzt wird, sodass der Roboter das Teil abholen kann. Danach muss der ganze Ablauf noch getestet werden, und dann kann ich den praktischen Teil mit der IB abschliessen.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat
N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter


Datum


Visum des Experten


Datum


IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 29.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Arbeitsunterbruch weil Nino Florjancic in Isolation (Nur Morgen wäre IPA Zeit)

Arbeitsdauer heute: 00:00

Arbeitsdauer vorher: 81:00

Arbeitsdauer Total: 81:00

Fortschritt:

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 31.03.2022

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
--	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Arbeitsunterbruch weil Nino Florjancic in Isolation (ganztägig)

Arbeitsdauer heute: 00:00

Arbeitsdauer vorher: 81:00

Arbeitsdauer Total: 81:00

Fortschritt:

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

1 AT= 8Std. inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 01.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Arbeitsjournal aufgrund von Isolation angepasst	08:00	08:15	00:15
Node-Red MES druckstart fertig programmiert	08:15	11:00	02:45
Node-Red MES Druckstart grösste bugs behoben	11:00	12:00	01:00
Testen des Ablaufs zusammen mit Luca inkl. Not-Halt	13:00	14:00	01:00
Fehlerbehebung des Gesamtablaufs (grösstenteils Kommunikation)	14:00	15:00	01:00
Integration und Test von nachträglich integrierten Zusatz-Kommunikationsvariablen	15:00	16:30	01:30
Terminplan V2 erstellen (angepasste Daten)	16:30	17:00	00:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Anlage Programntechnisch fertiggestellt, grosse Bugs behoben, IB Protokoll erstellt und IB zumindest begonnen

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 81:00

Arbeitsdauer Total: 89:00

Fortschritt:

Am morgen habe ich den MES-Druckstart teil fertig programmiert, sodass ein autonomer Betrieb des Druckers inkl. Kommunikation vollständig möglich ist. Hier gab es auch keine grösseren Probleme, bis auf das, dass eine Kommunikationsvariable vorerst vergessen ging. Am Nachmittag konnten wir also den Ablauf testen und einige Bugs beheben. Einer der Bugs bei mir was, dass ich in einer Bedingung für die Rücksetzung des Druckers den Variablenamen falsch geschrieben habe. Danach haben wir noch eine "Drucker verbinden" und eine "Fehler Quittieren" Kom.-Variable in Node-Red und CPS-Gate integriert, sodass wir im Fehlerfall zentral auf der SPS resettet können. Der Terminplan wurde ebenfalls angepasst, da es nun so viele Verschiebungen gab, dass es unübersichtlich wurde. Zur IB/IB-Protokoll kam ich leider noch nicht, der praktische Teil ist nun jedoch abgeschlossen.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 05.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Arbeitsplatz einrichten und CP-Factory aufstarten	07:45	08:00	00:15
Fehler in Formel von Arbeitsjournal-Excel korrigiert	08:00	08:15	00:15
IB-Protokoll erstellt	08:15	10:00	01:45
Inbetriebnahme gemacht	10:00	12:00	02:00
Technische Dokumentation (Anlagenaufbau beschrieben)	13:15	15:30	02:15
Technische Dokumentation (MES-Konfiguration beschrieben)	15:30	17:00	01:30
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Inbetriebnahme gemacht und ca. in der Hälfte der tech. Dokumentation

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 89:00

Arbeitsdauer Total: 97:00

Fortschritt:

Die Inbetriebnahme Heute verlief sogut wie reibungslos, was uns sehr erleichtert. Das Vorgehen und Verhalten nach einem Not-Halt ist noch nicht optimal, dies werden wir aber nicht mehr während der IPA verbessern. Bei der technischen Dokumentation komme ich relativ gut voran. Ich hoffe, dass ich bis am Donnerstag Mittag fertig werde. Momentan habe ich ein bisschen weniger wie die Hälfte bereits geschrieben, bin daher ein bisschen hinter meinem Tagesziel.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 07.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
Technische Dokumentation (MES-Konfiguration beschrieben)	08:00	10:45	02:45
Technische Dokumentation (MES-Konfiguration, SQL Abfragen beschrieben)	10:45	12:00	01:15
Technische Dokumentation (MES-Konfiguration, SQL Abfragen beschrieben)	13:00	13:15	00:15
CPS-Gate Programm Beschrieben	13:15	15:00	01:45
Node-Red Softwarekonzept und Flows beschrieben	15:00	16:15	01:15
Node-Red Anleitungen zur Erweiterung geschrieben	16:15	17:00	00:45
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

Technische Doku bis am Mittag abgeschlossen, sodass Projektdoku am Abend zu 2/3 fertig ist.

Arbeitsdauer heute: 08:00

Arbeitsdauer vorher: 97:00

Arbeitsdauer Total: 105:00

Fortschritt:

Ich bin nun fertig mit der Technischen Doku. Je nach verfügbarer Zeit muss ich diese nochmals genauer oder weniger genau durchlesen. Mit der IPA Dokumentation konnte ich leider noch nicht beginnen, doch Luca hat hier bezüglich Formatierung und gemeinsamen Punkten schon grosse Vorarbeit geleistet. Es sollte möglich sein, die IPA Dokumentation in einem Morgen zu ergänzen. Die Technische Doku ist dafür ziemlich ausführlich, was mir auch sehr wichtig ist.

1 AT= 8Std. Inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

[Signature]

Datum

Visum des Experten

Datum

IPA 3D-Printing App

Nino Florjancic

Arbeitsjournal vom 08.04.2022

	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
--	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

Tätigkeiten / Arbeitsschritte	Von	Bis	Ist
IPA Dokumentation (Über uns und Datensicherungskonzept schreiben)	08:00	09:30	01:30
IPA Dokumentation (Zeitplan-Reflexion schreiben)	09:30	11:30	02:00
IPA Dokumentation (Reflexion schreiben)	11:30	12:00	00:30
IPA Dokumentation schreiben, Maschinenübergabe vorbereiten und Abgabe vorbereiten	13:00	14:00	01:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00
	00:00	00:00	00:00

Tagesziel:

IPA am Nachmittag (ca. 15:00) abgeben daher IPA Doku fertig, und nochmals durchgelesen

Arbeitsdauer heute: 05:00

Arbeitsdauer vorher: 105:00

Arbeitsdauer Total: 110:00

Fortschritt:

Ich bin froh, wurde ich nun mit der IPA fertig. Zwar hat mich dieses Projekt sehr interessiert, es war aber auch sehr anstrengend in der Umsetzung. Ein wenig mehr Ruhe ist mir nun recht, jedoch werden wird das Projekt bis zu den Sommerferien weiterentwickeln. Zeitlich hatte ich heute ein wenig Stress, da ich die gesamte IPA-Doku noch schreiben musste. Glücklicherweise hatte Luca aber viel Vorarbeit bei den gemeinsamen Teilen geleistet.

1 AT= 8Std. inklusive 30 Min. Pause

Unterschrift Kandidat

N. Florjancic

Unterschrift Fachvorgesetzter

Datum

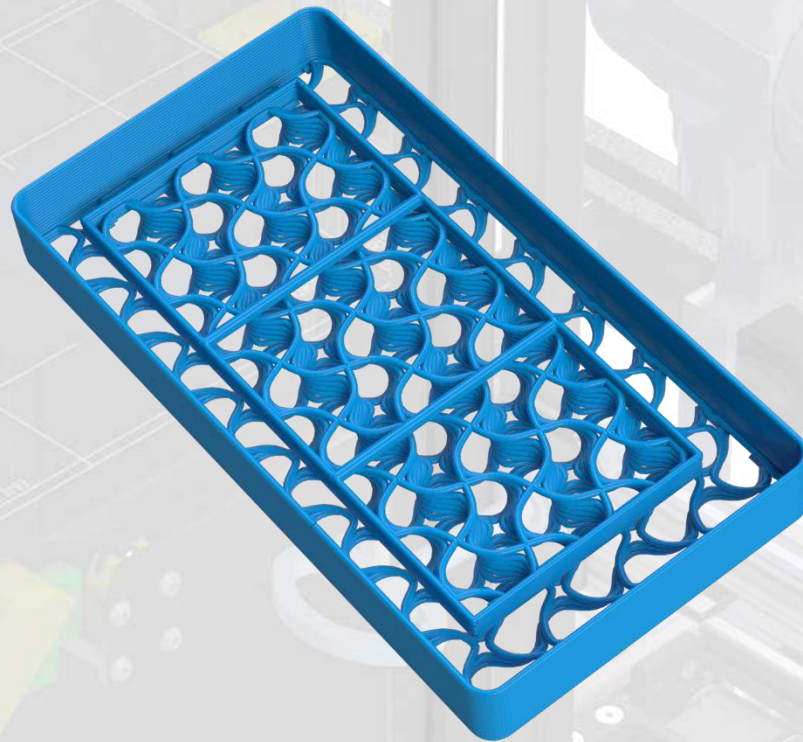
Visum des Experten

Datum

IPA

CP-Factory 3D-Printing

Technische Dokumentation



Die Applikation 3D-Printing soll an der Industrie 4.0 Anlage implementiert werden.
Die Applikation soll die technischen Möglichkeiten der Additiven Fertigung und Informatik in der Industrie aufzeigen.

Das Thema Digitalisierung und Einsatz von neuen Technologien steht im Zentrum.

Lernende
Luca Rosselli
Nino Florjancic

Fachvorgesetzter
Olivier Riesen

Experte
Sandro Burren

Inhalt

1	Deklaration	5
2	Projektablage (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	5
3	Zugriffspunkte (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	5
4	Anlagenaufbau (Nino Florjancic & Luca Rosselli)	6
4.1	Siemens SPS (ET 200SP)	6
4.2	Robotersteuerung (ABB IRB120)	6
4.3	CPS-Gate	6
4.4	Raspberry Pi	7
4.4.1	Node-Red	7
4.4.2	Octoprint	7
4.5	3D-Drucker (Prusa I3 MK3s)	7
4.6	Leitsystem «MES4» bzw. MES	7
4.7	Kommunikationskonzept (visuell)	8
4.8	Kommunikationsvariablen	9
5	Prozessablauf 3D-Printing Applikation (Luca Rosselli)	13
6	MES4 Konfiguration (Nino Florjancic)	15
6.1	Ressourcen-Konfiguration	15
6.2	Part-Konfiguration	16
6.3	Operation-Konfiguration	16
6.4	Workplan-Konfiguration	17
6.5	Spezifisch erstellte SQL-Abfragen	17
6.5.1	MClass 101 – MNo 101 «SetNextResource»	17
6.5.2	MClass 400 – MNo 5 «GetOrderForRsc»	18
6.5.3	MClass 400 – MNo 6 «DelOrder»	18
6.5.4	MClass 400 – MNo 7 «DelOrderStep»	18
7	ET 200SP (Luca Rosselli)	19
7.1	Programmstruktur	19
7.2	IO-Listen	20
7.2.1	SPS (IO-Karten)	20

7.2.2	Robotersteuerung.....	20
7.2.3	Smartlight	21
7.3	Programm	22
7.3.1	FB_MainApplication	22
8	IRB120 ABB Roboter (Luca Rosselli)	24
8.1	Allgemeines	24
8.1.1	Bezeichnungen	24
8.1.2	Werkobjekte	24
8.2	Device Mapping	27
8.3	Programm	27
9	CPS-Gate (Nino Florjancic).....	28
9.1	Programm	28
9.2	Struktur im Main-Baustein	28
9.2.1	FB-Input	28
9.2.2	OPMode.....	28
9.2.3	Docking	28
9.2.4	AppModule_3dPrinting	29
9.2.5	StopperCPG.....	29
9.2.6	FB_Output.....	29
10	Node-Red (Nino Florjancic)	30
10.1	Softwarekonzept	30
10.2	Flows.....	32
10.2.1	OPC-UA Proxy	32
10.2.2	3D-Printer State processing.....	33
10.2.3	Input Variable processing	33
10.2.4	Connection Report.....	33
10.2.5	OPC-UA Endpoint.....	33
10.2.6	MES.....	33
10.3	Hinzufügen einer neuen Steuervariable	34
10.4	Hinzufügen einer neuen Operation.....	34

10.5	Hinzufügen eines neuen Druckteils (OpNo 5000)	35
11	Inbetriebnahmeprotokoll (Nino Florjancic).....	36
12	Bedienungsanleitung (Luca Rosselli)	39
12.1	Rechtliche Hinweise.....	39
12.1.1	Sicherheitshinweise	39
12.2	Allgemein.....	40
12.3	Sicherheitsfunktionen.....	40
12.4	Inbetriebnahme	41
12.5	Automatikbetrieb – Auftrag Schoggi-Case	42
12.5.1	Auftragsabwicklung	42
12.6	Einrichtbetrieb.....	42
12.7	Navigation.....	43
12.7.1	Home – Betriebsart	44
12.7.2	Home Übersicht.....	44
12.7.3	Home – 3D-Drucker	45
12.7.4	Home – Smartlight.....	45
12.7.5	Home – Dock	46
12.7.6	Home -Benutzer.....	46
12.7.7	Einrichten 3D-Drucker 1	47
12.7.8	Einrichten 3D-Drucker 2	47
12.7.9	Einrichten Dock.....	48
12.7.10	Einrichten – Smartlight	48
12.7.11	Parameter – Applikation.....	49
12.7.12	System – Einstellungen.....	49
12.7.13	System – Diagnose.....	50
12.7.14	System – Meldungen	50
12.8	Smartlight	51
12.9	Fehlerquellen.....	52

1 Deklaration

Jede Überschrift beinhaltet in Klammern die Person, welche für folgenden Teil verantwortlich ist, und das Fachwissen dazu hat.

Solange Unterkapitel nicht beschriftet sind, ist davon auszugehen, dass die Person des zugehörigen Hauptkapitels das Fachwissen trägt.

Die Person in Klammern stellt nicht unbedingt den Verfasser des Kapitels dar.

2 Projektablage (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

Sämtliche in der Dokumentation erwähnten Unterlagen befinden sich im Teams unter „MSW-Winterthur\IPA 2022 - CP-F-3D_Drucker-Modul - CP-F-3D_Drucker-Modul“

- 00_Aufgabenstellung
- 01_Planung
- 02_SW
- 03_HW
- 04_Unterlagen
- 05_Dokumentation

Ordnerstruktur

3 Zugriffspunkte (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

Gerät	IP-Adresse
Siemens SPS (ET 200SP)	172.21.15.1
CPS-Gate	172.21.15.2
Roboter Feldbusadapter	172.21.15.3
Roboter Service-Port	192.168.125.1
HMI	172.21.15.10
Accesspoint	172.21.15.200

Manche Netzwerkteilnehmer bieten auch ein (Web)interface an:

Gerät / Dienst	Link	User	Passwort
Octoprint (admin)	http://172.21.15.5/	admin	100
Octoprint (user)	http://172.21.15.5/	msw	100
Node-Red	http://172.21.15.5:1880/	MSW	100
Webvisu (CPS-Gate)	http://172.21.15.2:8080/webvisu.htm	-	-
HMI Smartclient	172.21.15.10 (via Smartclient)	-	100
HMI user (admin)	Per HMI	festo	100

4 Anlagenaufbau (Nino Florjancic & Luca Rosselli)

Die Anlage «CP-Factory 3D-Printing» ist ein Anlagenteil der CP-Factory, welche in der Abteilung MLAB in der MSW Winterthur, Zeughausstrasse 56 steht. Sie ist zum Zeitpunkt April 2022 der einzige Anlagenteil, welcher stationär etwas entfernt von der Factory in der Abteilung AA3 am Gang steht.

Die Carrier werden daher vom Robotino, dem «Automated Ground Vehicle» der CP-Factory angefahren. Dieser übergibt die Carrier dann dem im Modul implementierten Dock.

Die Anlage besteht aus 5 internen technischen Komponenten bzw. Recheneinheiten, welche teils direkt, teils indirekt (über andere Komponenten) mit dem Leitsystem der CP-Factory, also dem MES4 kommunizieren.

Die Kommunikation zwischen den Komponenten gestaltet sich grösstenteils über OPC-UA, jedoch teils auch über eine Serielle USB-Schnittstelle.

Die Anlage verfügt über 2 Sicherheitskreise:

- Safety-Stop
- Emergency-Stop

Der Safety-Stop wird durch die Eckkamera oder die Türkontakte ausgelöst. Wird die Türe geschlossen oder die Eckkamera nicht mehr unterbrochen, so funktioniert die Anlage wie gewohnt weiter, eine allfällige Bewegung des Roboters wird fertig ausgeführt.

Der Emergency-Stop kann durch den Not-Halt neben dem HMI ausgelöst werden. Dies muss quittiert werden. Die Anlage befindet sich danach in keiner Betriebsart und muss gerichtet werden.

4.1 Siemens SPS (ET 200SP)

Die ET 200 SP, nachfolgend «Siemens SPS» genannt, bildet das Herzstück und Koordinationszentrum der Anlage. Neben der Koordination ist sie für die Ansteuerung der «Einfachen» Peripherie über IO-Link und die einfachen I/Os zuständig.

Sie kommuniziert per OPC-UA direkt mit dem Raspberry-Pi, und somit Node-Red und Octoprint, und indirekt mit dem CPS-Gate (der Begriff «indirekt» wird unter 4.4.1 *Node-Red*) erklärt.

4.2 Robotersteuerung (ABB IRB120)

Die Robotersteuerung ist über einen Feldbus-Adapter per Profinet mit der Siemens SPS verbunden. Sie ist lediglich für die Ausführung der Handlings-Aufgaben des Roboters verantwortlich. Sie ist zusätzlich als einzige Komponente zweikanalig über die Hauptkontakte der Sicherheitsrelais mit dem Sicherheitskreis verbunden. Ein Not-Halt Zustand ist daher fehlersicher erreichbar.

4.3 CPS-Gate

Das CPS-Gate ist eine CoDeSys SPS von Festo, welche ein komplettes, direkt integriertes Stopper Modul enthält. Sie ist also mit Stopper (Pneumatikzylinder), RFID Reader und vier Induktiven Sensoren ausgestattet. Zudem bietet sie weitere I/Os, welche in unserem Fall beispielsweise ein Ansteuern des Docking-Conveyors ermöglichen.

Das CPS-Gate ist für den kompletten Dockingprozess zuständig. Es steuert also alle I/Os für den Dockingprozess an, und kommuniziert zudem über TCP-Strings mit dem Leitsystem MES4 der CP-Factory. Zudem kommuniziert es indirekt über OPC-UA mit der Siemens-SPS, um die Applikationsausführung zu koordinieren.

4.4 Raspberry Pi

Auf dem Raspberry-Pi werden eine Node-Red und eine Octoprint Instanz ausgeführt. Sie werden in den folgenden Abschnitten beschrieben.

4.4.1 Node-Red

Node-Red bildet in dieser Anlage (neben dem CPS-Gate) eine Schnittstelle zwischen der Industriellen- und der Informatischen Digitaltechnik. Neben der Kommunikation mit dem Leitsystem «MES 4» zur Druckauftragsabfrage und der Kommunikation mit Octoprint, übernimmt Node-Red auch die Rolle des OPC-UA Proxys zwischen Siemens SPS und CPS-Gate. Daher kommunizieren diese beiden Teilnehmer auch nicht direkt, sondern **indirekt** über den Proxy (ohne Veränderung der Daten).

Da die Konfiguration eines OPC-UA Servers auf der Siemens SPS und dem CPS-Gate sehr einfach und unkompliziert ist, ist die Konfiguration eines Clients auf einer robusten industriellen Steuerung aber nicht so dynamisch und einfach ist, werden in diesem Projekt die beiden SPS (CPS-Gate und Siemens) lediglich als Server verwendet. Das Synchronisieren der Variablen zwischen den Parteien übernimmt Node-Red mit dem OPC-UA Client.

4.4.2 Octoprint

Octoprint ist ein Open-Source 3D-Druckserver Projekt. Es erlaubt, einen «einfachen» 3D-Drucker, welcher eine USB-Schnittstelle besitzt, über das Netzwerk zu steuern, überwachen und Druckaufträge zu starten. Neben dem Webinterface bietet das Programm auch eine REST-API, also eine Webschnittstelle, durch welche (fast) alle Funktionen des Web-Interfaces auch programmtechnisch zugänglich sind.

Octoprint kommuniziert per Serieller USB-Schnittstelle mit dem 3D-Drucker und per HTTP-Protokoll (rein intern über das Loopback-Interface) mit Node-Red.

4.5 3D-Drucker (Prusa I3 MK3s)

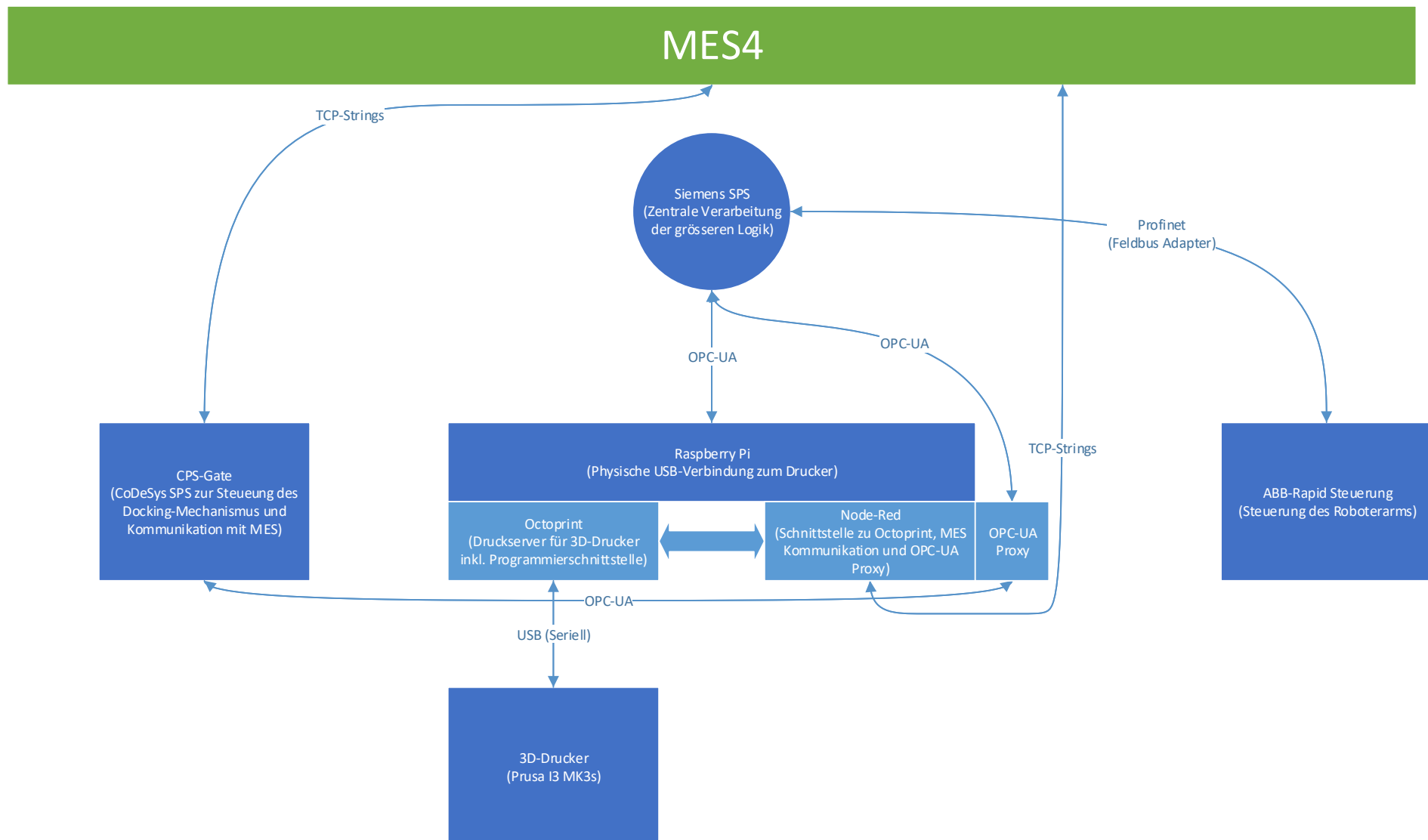
Der 3D-Drucker ist zuständig für die Produktion der bestellten Teile im Leitsystem. Er kommuniziert über USB mit Octoprint und wird vollumfänglich über dieses Interface gesteuert.

4.6 Leitsystem «MES4» bzw. MES

Das Leitsystem «MES4» von Festo bildet das Manufacturing Execution System der CP-Factory. Es handelt sich hierbei um eine Software, welche auf einem Windows-PC läuft.

Es koordiniert die Auftragsabwicklung, kommuniziert über TCP-Strings mit einzelnen Modulen und externen Applikationen wie etwa einem APP, und kann über das grafische Interface auf dem Desktop oder über Webzugriff bedient werden.

4.7 Kommunikationskonzept (visuell)



4.8 Kommunikationsvariablen

st_CpsIn		
Name	Data Type	Comment
x_Reset	Bool	CPS-Gate richten (Parallelschaltung zu Webvisu)
x_Auto	Bool	CPS-Gate in Automatikbetrieb setzen (Parallelschaltung zu Webvisu)
x_Manual	Bool	CPS-Gate in Einrichtbetrieb setzen (Parallelschaltung zu Webvisu)
x_CycleEnd	Bool	CPS-Gate aus jeglichem Betriebsmodus nehmen (Parallelschaltung zu Webvisu)
x_QuitErrors	Bool	
st_MES4_ResourceState	st_MES4_ResourceState	
st_AppControl	st_AppControl	Daten des auftrages auf dem drucker
st_ManualControlCPS	st_ManualControlCPS	
s_MESIp	String[15]	
ui_MESQueryPort	UInt	
ui_MESStatePort	UInt	
st_AppState	st_AppState	Statusmeldungen zur aktuell laufenden Applikation
st_AppInfo	st_AppInfo	Daten zu möglichen Operations

st_CpsOut		
Name	Data Type	Comment
x_Auto	Bool	Status des Gates
x_Manual	Bool	Status des Gates
x_CarrierAtStopper	Bool	Wenn teil auf Stopper (keine Funktion vorgesehen)
st_AppControl	st_AppControl	Daten des Auftrages, falls Druckauftrag = Auftrag auf dock
st_AppState	st_AppState	Statusmeldungen vom CPS Gate

st_Connection		
Name	Data Type	Comment
x_MESAvailable	Bool	
x_CPSGateAvailable	Bool	
x_OctoprintAvailable	Bool	
x_HeartBeat	Bool	
x_MESAvailable	Bool	

st_RaspiOut		
Name	Data Type	Comment
r_TemperatureNozzle	Real	
r_TemperatureBed	Real	
r_TemperatureNozzleTarget	Real	
r_TemperatureBedTarget	Real	
x_PrintRunning	Bool	
s_RunningPrint	String[254]	
ui_RemainingTime	UInt	
r_PrintProgress	Real	
x_PrinterConnected	Bool	
x_PrintPaused	Bool	
st_AppControl	st_AppControl	
x_PrinterMoving	Bool	
x_ErrorNodeRed	Bool	
x_ErrorOctoprint	Bool	
x_Aknowledge	Bool	
x_PickupPosition	Bool	für roboter
x_IncompatiblePart	Bool	
st_Connection	st_Connection	
ui_PrintTimeElapsed	UInt	
ui_AveragePrintTime	UInt	
ui_EstimatedPrintTime	UInt	
r_FilamentVolume	Real	
ui_FilamentLength	UInt	

st_Raspiln		
Name	Data Type	Comment
r_TemperatureNozzle	Real	
r_TemperatureBed	Real	
st_ManualMovePrinter	st_ManualMovePrinter	wird bestätigt
x_RemoveFilament	Bool	wird bestätigt
x_ChangeFilament	Bool	
x_HomePrinter	Bool	wird bestätigt
x_EmergencyStop	Bool	
x_PausePrint	Bool	
s_GcodeCommand	String [254]	
x_ExecuteGcodeCommand	Bool	wird bestätigt
x_RebootRaspi	Bool	wird bestätigt
x_ShutdownRaspi	Bool	wird bestätigt
x_ConnectOctoprint	Bool	
st_MES4_ResourceState	st_MES4_ResourceState	
s_MESIp	String[15]	
ui_MESQueryPort	UInt	
ui_MESStatePort	UInt	

st_RaspilnOut		
Name	Data Type	Comment
x_BedOccupied	Bool	

st_ManualControlCPS		
Name	Data Type	Comment
x_BeltOn	Bool	
x_StopperDown	Bool	

st_ManualMovePrinter		
Name	Data Type	Comment
i_MoveDistance	Int	
x_MoveX	Bool	wird bestätigt
x_MoveY	Bool	wird bestätigt
x_MoveZ	Bool	wird bestätigt
x_MoveE	Bool	wird bestätigt

st_ToRobot		
Name	Data Type	Comment
st_ToRobotControl	st_ToRobotControl	
st_ToRobotParameters	st_ToRobotParameters	

st_FromRobot		
Name	Data Type	Comment
st_FromRobotControl	st_FromRobotControl	
st_FromRobotParameters	st_FromRobotParameters	

st_ToRobotControl		
Name	Data Type	Comment
xMotorsOn	Bool	
xMotorsOff	Bool	
xResetEmgStop	Bool	
xStartAtMain	Bool	
xStart	Bool	

st_ToRobotParameters		
Name	Data Type	Comment
iProgNo	UInt	

st_FromRobotControl		
Name	Data Type	Comment
xAutoMode	Bool	
xCycleOn	Bool	
xEmgStop	Bool	
xExeError	Bool	
xMotorsOffState	Bool	
xMotorsOnState	Bool	
xCollisionDetected	Bool	
xRunChainOk	Bool	
xTaskExecuting	Bool	

st_FromRobotParameters		
Name	Data Type	Comment
xAppRunning	Bool	
xBedCleared	Bool	
xRobNotIn3D	Bool	
xRobInHomePos	Bool	

st_AppControl		
Name	Data Type	Comment
xStart	Bool	Startfreigabe für applikation
xReset	Bool	-
xStop	Bool	-
uiOpNo	Uint	relevant (gibt mit, welche operation ausgeführt werden soll (IPA: 5000))
audiPar	Array [0..15] of UDINT	0: PartNo
sFreeString	String[254]	String mit Parametern (audiPar aufbereitete Version)
udiONo	UDINT	relevant (für Abgleich Druckteil = Teil auf Dock)
uiOPos	UINT	relevant (für Abgleich Druckteil = Teil auf Dock)

st_MES4_ResourceState		
Name	Data Type	Comment
xAuto	Bool	Automatic mode is active
xManual	Bool	Manual mode is active
xBusy	Bool	Resource is busy (ohne drucker)
xReset	Bool	Reset mode is active
xErrL0	Bool	Error Level 0 is active
xErrL1	Bool	Error Level 1 is active
xErrL2	Bool	Error Level 2 is active
xMES	Bool	MES mode is active

st_AppInfo		
Name	Data Type	Comment
auiOperations	Array[0..15] of UINT	Operations welche auf der sps definiert sind (0: 5000)
byNumberOfOperations	Byte	Anzahl Operationen auf der SPS gespeichert

st_AppState		
Name	Data Type	Comment
xReady	Bool	Application ready
xError	Bool	fehler
xInitPos	Bool	(Application ready)
uiReturnCode	UINT	fehlercode

5 Prozessablauf 3D-Printing Applikation (Luca Rosselli)

Prozessablauf IPA 3D-Printing App.

Luca Rosselli & Nino Florjancic

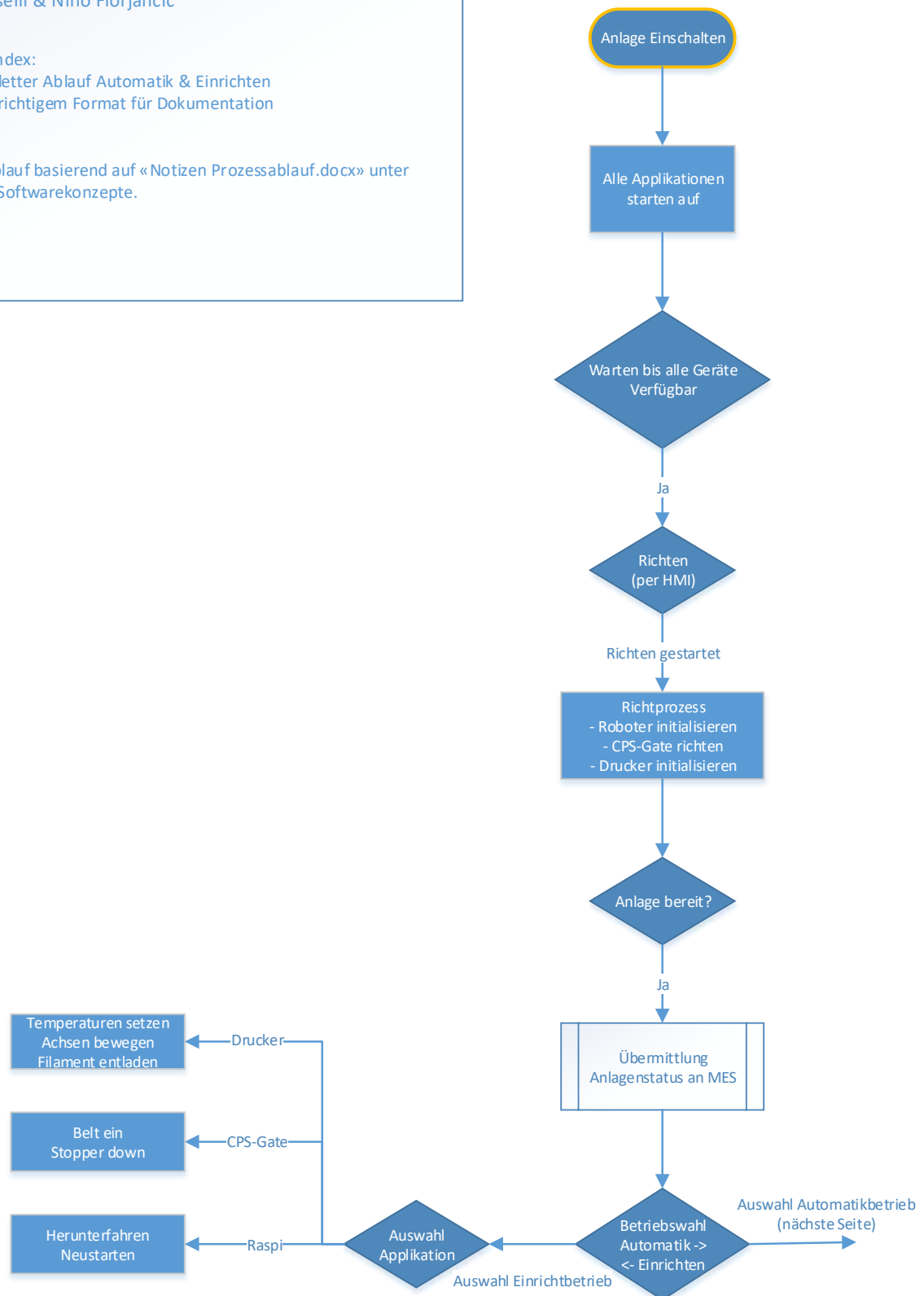
Versionsindex:

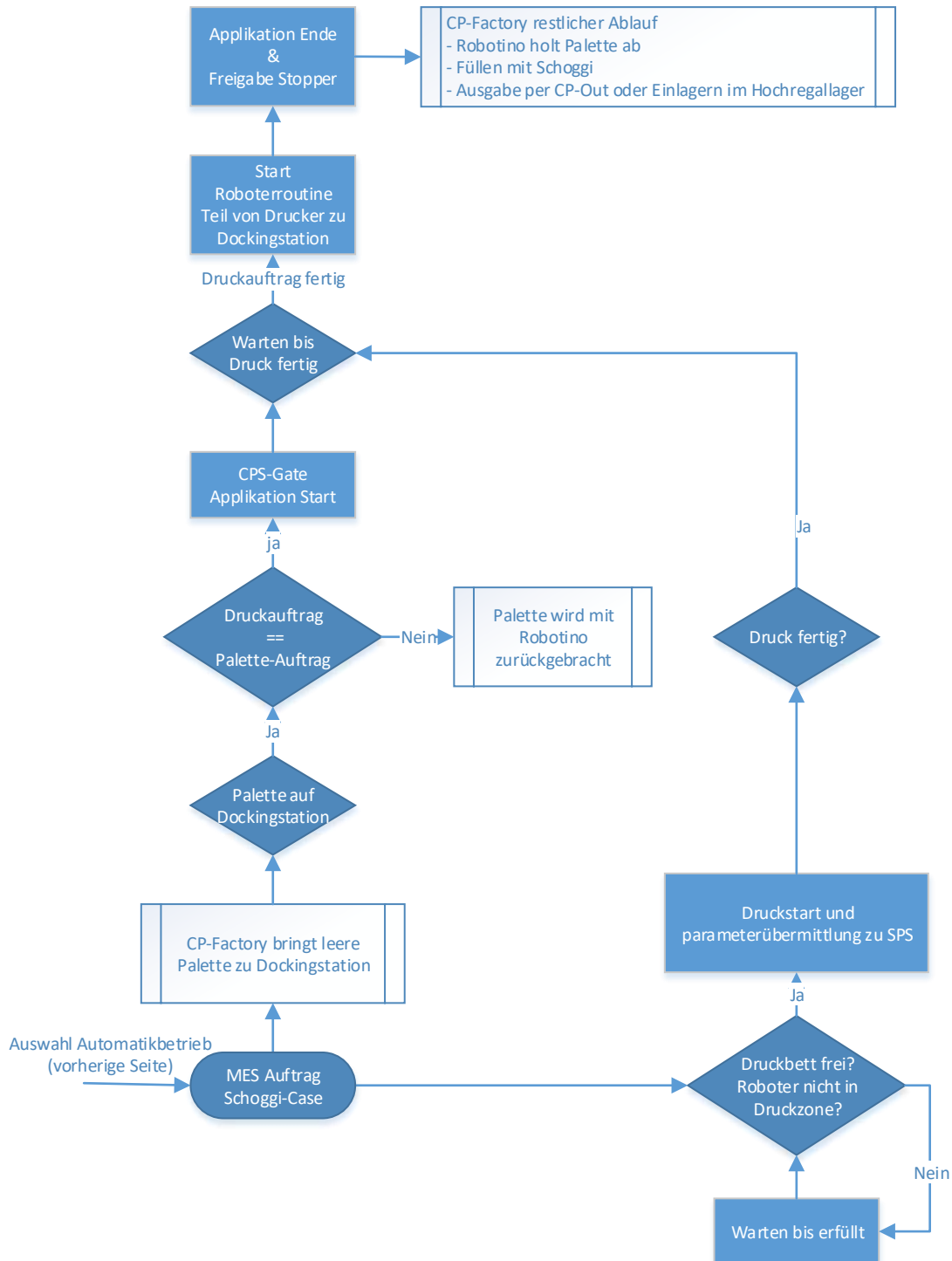
V1: kompletter Ablauf Automatik & Einrichten

V2: V1 in richtigem Format für Dokumentation

Notizen:

Prozessablauf basierend auf «Notizen Prozessablauf.docx» unter
02_SW > Softwarekonzepte.





6 MES4 Konfiguration (Nino Florjancic)

Die Anlage war zwar grundsätzlich schon vor der IPA im MES hinterlegt. Die Konfiguration hat sich jedoch seit Beginn der IPA signifikant verändert.

6.1 Ressourcen-Konfiguration

Id: 15

Name: CP-3D-Printing

IP Address: 172.21.15.2

PLC Type: CoDeSys

Description: 3D-Printing and Montage Station, located in A43, accessed by Robotino

Parallel Processing: ☐

Web page: http://172.21.15.2:8080/webvisu.htm

Default Browser: ☒

Buffer

No.	Description	Positions	Type	Possible Parts	Belt...
1	to AGV	1	to AGV	all	1
2	from AGV	1	from AGV	all	1

Edit Buffer

+ Add Buffer

- Delete Buffer

Operations

No.	Description	Work Time [s]	Electric Energy [W/s]	Compressed Air [SL]
5000	Print Part	0	0	0

Edit Operation

+ Add Operation

- Delete Operation

Manual Workplace Type: Nothing

Topology

2 x (1 P; 1 Out)

Position (P)	Junction	Resource Position
1	1	0 no resource
2	1	7 LOG-MR-C P1

Edit

Save

Ressourcenkonfiguration im MES4

Hinweis:

Wie zu sehen ist, wurde eine Zweibuffer-Konfiguration für die Dockingstation verwendet, obwohl immer nur ein Carrier gleichzeitig auf dem Modul stehen kann.

Dies wurde so eingerichtet, da es ansonsten aufgrund der technischen Funktionsweise des MES nicht möglich ist, einen Carrier ohne Applikationsstart wieder an den Robotino zurückzugeben.

Da dies aber im Falle eines nicht passenden Druckauftrages zum Carrier notwendig ist, wurde die Zweibuffer-Konfiguration verwendet. Diese erlaubt, den Robotino durch einfaches Füllen des Buffers «to AGV» zu rufen.

Dass nicht zwei Carrier gleichzeitig anwesend sind, wird der «From AGV» Buffer erst wieder geleert, sobald der Inhalt vom «To AGV» Buffer vom Robotino abgeholt wurde.

6.2 Part-Konfiguration

Im MES sind Stand Anfang April 22 drei Parts mit Bezug auf die 3D-Printing Applikation hinterlegt:

- PNo 2000 «3DP chocolate part to store» dient der Verknüpfung mit einem Workplan. Das Teil ist also im Customer-Order zur Herstellung auswählbar.
- PNo 2001 «3DP chocolate part to deliver» dient der Verknüpfung mit einem Workplan. Das Teil ist also ebenfalls im Customer-Order zur Herstellung auswählbar.
- PNo 2100 «3D-Schoggicase (fast)» dient der effektiven Druckauftragsauswahl. Es ist bei der Operation 5000 «Print Part» (siehe 6.3 Operation-Konfiguration) als Parameterauswahl hinterlegt. Dank diesem Parameter ist es möglich, schnell neue Druckteile hinzuzufügen. Es ist also nicht direkt unter «Customer Order» auswählbar.
Um unter den Parametern angezeigt zu werden, ist das Teil in der Group 15 «3D-Printable parts» zu hinterlegen.¹

Die Nummerierung neuer Parts ist nach folgender Regel auszuführen:

- Parts, welche mit einem Workplan verknüpft werden, haben die **PNo 20xx** (xx=aufsteigend)
- Parts, welche einen effektiven Druckauftrag darstellen (als Parameter von Operation 5000), haben die **PNo 21xx** (xx=aufsteigend)

6.3 Operation-Konfiguration

Im MES ist Stand Anfang April 22 nur eine Operation hinterlegt, welche bei der 3D-Druck Applikation zur Anwendung kommt:

- OpNo 5000 «Print Part» druckt ein Teil im CP-Factory Format (kleine Box o. Ä.). Das gewünschte Teil bzw. Druckauftrag kann als Parameter der Operation angegeben werden:
 - o Parameter 1 «Part to produce» mit einem Int32 als Datentyp und den Teilen der Part Group 15 (3D-Printable Parts) als Auswahlmöglichkeit.

Somit ist nur eine Operation für alle Druckaufträge nötig, die danach vom Roboter auf den Carrier gelegt werden sollten.

Die Nummerierung neuer Operations ist nach folgender Regel auszuführen:

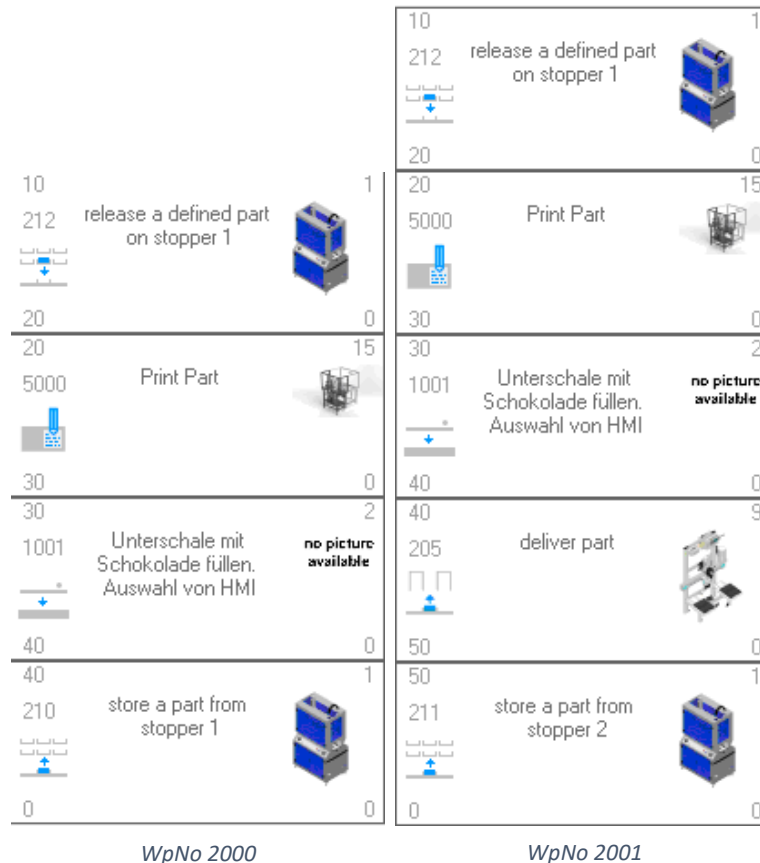
- **OpNo 20xx** (xx=aufsteigend)

¹ Genaue Anleitung, siehe 10.5 Hinzufügen eines neuen Druckteils (OpNo 5000)

6.4 Workplan-Konfiguration

Im MES sind stand Anfang April 22 zwei Workplans hinterlegt, welche bei der 3D-Druck Applikation zur Anwendung kommen:

- WpNo 2000 «3D-Print chocolate and store» ist verknüpft mit dem Part 2000 (Siehe 6.2 Part-Konfiguration)
- WpNo 2001 «3D-Print chocolate and deliver» ist verknüpft mit dem Part 2001 (Siehe 6.2 Part-Konfiguration)



6.5 Spezifisch erstellte SQL-Abfragen

6.5.1 MClass 101 – MNo 101 «SetNextResource»

```
UPDATE tblOrderPos
SET ResourceID = #ResourceID
WHERE OPos = #OPos AND ONo = #ONo
```

SQL command

Diese Abfrage ist die einzige Möglichkeit, dem Robotino den Transport an eine gewünschte Ressource zu forcen.

Sie wird eingesetzt, wenn der Robotino einen aktuell nicht passenden Carrier an die restliche CP-Factory zurückgeben muss, ohne die Operation auf dem 3D-Druck Modul abgeschlossen zu haben.

Hierzu wird in der Datenbank-Tabelle «tblOrderPos» des MES die ResourceID der nächsten Operation eines bestimmten Auftrags umgeschrieben.

6.5.2 MClass 400 – MNo 5 «GetOrderForRsc»

```
SELECT tblStep.ONo, tblStep.OPos, tblStep.OpNo, tblStepParameter.ParameterNo, tblStepParameter.Parameter  
FROM tblStep  
INNER JOIN tblStepParameter ON (tblStepParameter.ONo = tblStep.ONo) AND (tblStepParameter.OPos =  
tblStep.OPos) AND (tblStepParameter.StepNo = tblStep.StepNo)  
WHERE (tblStep.ResourceID = #ResourceID)  
ORDER BY tblStep.ONo, tblStep.OPos
```

SQL command

Diese Abfrage dient der Abfrage aller Orders für eine bestimmte Ressource im MES. Sie wird vom Node-Red gebraucht, um den Druckauftrag zu starten, bevor die restliche Factory mit der Abarbeitung des Auftrags begonnen hat.

Da im MES nur eine Abfrage existiert, die die Aufträge zurückgibt, welche als **nächstes** bei dieser Ressource bearbeitet werden sollten, wurde eine eigene, erweiterte Abfrage erstellt.

6.5.3 MClass 400 – MNo 6 «DelOrder»

```
DELETE  
FROM tblOrder  
WHERE ONo=#ONo
```

SQL command

Diese Abfrage löscht eine bestimmte ONo (Order Number) aus den «Current orders».

Sie dient dem Node-Red zur Löschung von Aufträgen, die nicht mit dem 3D-Druck System kompatibel sind.

Sie muss technisch bedingt immer zusammen mit der MClass 400 – MNo 7 «DelOrderStep» ausgeführt werden, um den Auftrag komplett zu löschen.

6.5.4 MClass 400 – MNo 7 «DelOrderStep»

```
DELETE  
FROM tblStep  
WHERE ONo=#ONo
```

SQL command

Diese Abfrage löscht eine bestimmte ONo (Order Number) samt ihren OPos aus der Schritt-Tabelle.

Sie dient dem Node-Red zur Löschung von Aufträgen, die nicht mit dem 3D-Druck System kompatibel sind.

Sie muss technisch bedingt immer zusammen mit der Abfrage MClass 400 – MNo 6 «DelOrder» ausgeführt werden, um den Auftrag komplett zu löschen.

7 ET 200SP (Luca Rosselli)

7.1 Programmstruktur

Programmstruktur SPS ET 200SP IPA 3D-Printing App.

05.04.2022

Luca Rosselli

Versionsindex:

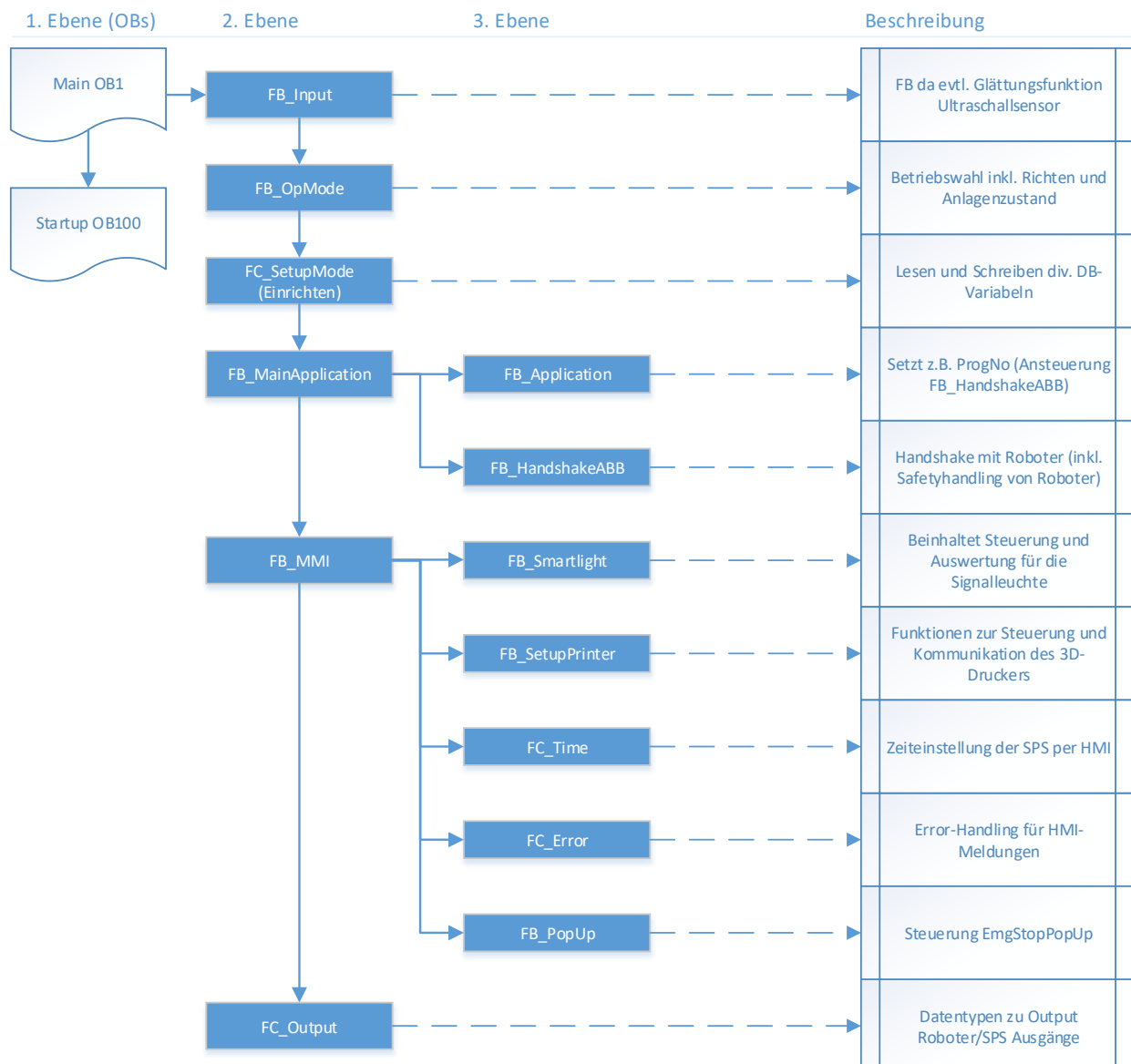
V1: Programmstruktur Planung IPA

V2: Aktuelle Programmstruktur bei Ende IPA

Notizen:

Programmstruktur aller Organisationsbeisteine, welche weitere FCs/FBs beinhalten.

Programmstruktur beinhaltet nur 3 Ebenen, weitere Bausteine werden im Konzept nicht beachtet.



7.2 IO-Listen

7.2.1 SPS (IO-Karten)

Name	Data Type	Logical Address
Ix_DrehmodulOffen	Bool	%I0.0
Ix_DrehmodulGeschlossen	Bool	%I0.1
Ix_DrehmodulStellung1	Bool	%I0.2
Ix_DrehmodulStellung2	Bool	%I0.3
Ix_KeinSafeStop	Bool	%I0.4
Ix_KeinNothalt	Bool	%I0.5
Qx_TeachCam	Bool	%Q0.0
Qx_NothaltReset	Bool	%Q0.1
Qx_DrehmodulStellung1	Bool	%Q0.2
Qx_DrehmodulStellung2	Bool	%Q0.3
Qx_DrehmodulOeffnen	Bool	%Q0.4
Qx_DrehmodulSchliessen	Bool	%Q0.5
Qx_KeinNothaltCPSGate	Bool	%Q0.6

7.2.2 Robotersteuerung

Name	Data Type	Logical Address
Qx_MotorsOn	Bool	%Q260.0
Qb_ProgNo	Byte	%QB264
Qx_MotorsOff	Bool	%Q260.1
Qx_ResetEmgStop	Bool	%Q260.2
Qx_StartAtMain	Bool	%Q260.3
Qx_Start	Bool	%Q260.4
Ix_AppRunning	Bool	%I256.0
Ix_BedCleared	Bool	%I256.1
Ix_RobNotIn3D	Bool	%I256.2
Ix_AutoMode	Bool	%I260.0
Ix_CycleOn	Bool	%I260.1
Ix_EmgStop	Bool	%I260.2
Ix_ExeError	Bool	%I260.3
Ix_MotorsOffState	Bool	%I260.5
Ix_MotorsOnState	Bool	%I260.6
Ix_CollisioDetected	Bool	%I260.7
Ix_RunChainOk	Bool	%I261.0
Ix_TaskExecuting	Bool	%I261.1
Ix_RobotControllerReady	Bool	%I260.4
Ix_RobInHomePos	Bool	%I256.3

7.2.3 Smartlight

Name	Data Type	Logical Address	Comment
Qb_Byte0	Byte	%QB2	
Qb_Byte1	Byte	%QB3	
Qb_Byte2	Byte	%QB4	
Qb_Byte3	Byte	%QB5	Betriebsart
Qb_Byte4	Byte	%QB6	
Qb_Byte5	Byte	%QB7	
Qb_Byte6	Byte	%QB8	
Qb_Byte7	Byte	%QB9	
lb_Byte0	Byte	%IB2	Fehlercode

Der Inhalt der Kommunikationsvariablen zur Smartlight kann variieren. Deshalb wurde auf eine funktionsmässige Namensgebung verzichtet.

7.3 Programm

Dieses Kapitel dient zur Erklärung des Programmteils, welcher einen direkten Einfluss auf die Hauptapplikation hat. Es soll verständlich gemacht werden, wo anzusetzen ist, wenn zum Beispiel ein Order mit neuen Parametern umgesetzt werden soll.

7.3.1 FB_MainApplication

Im «FB_MainApplication» findet der Aufruf des «FB_Application» und des «FB_HandshakeABB» statt.

- FB_Application

Dieser FB kommuniziert mit dem CPS-Gate (MES) und startet einen Auftrag, sobald die Bedingungen erfüllt sind.

Hier werden also die OperationNumber und Parameter aus dem Auftrag vom MES ausgewertet.

Im Schritt 20 werden, nachdem ein Carrier auf dem CPS-Gate detektiert wurde, die Parameter vom CPS-Gate an die Applikation weitergegeben.

```
20: // start Operation with parameter value and wait until finished
    #st_CpsIn.at_MES4_ResourceState.xBusy := True;
    CASE #st_CpsOut.st_AppControl.uiOpNo OF
        //Schoggi-Case fast item part:
        5000:
            #st_Application.iProgNo := 1;
            //additional parameters
            // + - +
            //
            //wait until printer is done
            IF NOT #st_BespOut.x_PrintRunning AND #st_BespInOut.x_BedOccupied AND #st_BespOut.x_PickupPosition THEN
                #st_Application.xStart := TRUE;
                #uiState := 30;
            END_IF;

            //if operation not available
        ELSE
            #st_CpsIn.at_AppState.sError := True;
            #st_CpsIn.at_AppState.uiReturnCode := 1;
            #uiState := 0;
        END_CASE;
```

Schritt 20 aus "FB_Application"

Beispiel:

Wird das bereits bestehende Teil in mehreren Farben angeboten, so kann der Parameter für die Farbe ebenfalls im Schritt 20 weitergegeben werden. Also wird in der Case-Bedingung der bestehenden Operation (5000) «st_CpsOut.st_AppControl.auiPar[x]» auf eine Variable für die Applikation geschrieben.

- **FB_HandshakeABB**

Dieser Baustein ist für die korrekte Ansteuerung des Roboters zuständig. Die Applikationsparameter aus dem «FB_Application» werden hier auf die Robotervariablen geschrieben. Folglich muss auch hier die Übermittlung neuer Parameter einprogrammiert werden.

```
133 100: //-----
134    // start prog
135    //-----
136 IF #st_Application.xstart THEN
137    //gets all needed Values for the Application
138    #st_ToRobot.st_ToRobotParameters.iProgNo := #st_Application.iProgNo;
139    //Applicationstatus to running
140    #xAppRun := True;
141    #st_Application.xAppRunning := TRUE;
142    //wait until Robot is running Application
143 IF #st_FromRobot.st_FromRobotParameters.xAppRunning THEN
144    #istop := 110;
145 END_IF;
146 END_IF;
```

Schritt 100 aus "FB_HandshakeABB"

Neben der Programmnummer könnte hier also auch die LagerID übermittelt werden, falls man ein Lagersystem mit mehreren Magazinen programmieren will.

8 IRB120 ABB Roboter (Luca Rosselli)

8.1 Allgemeines

8.1.1 Bezeichnungen

Das Roboterprogramm wurde in Konformität mit der «Programmier Richtlinie für ABB Roboter» programmiert.

Für das Roboterprogramm wurde die Anlage in zwei Stationen unterteilt:

Stationsname	Abkürzung
3D-Drucker	3DD
Dockstation	DST

Die im Programm verwendeten Positionsnamen setzen sich aus den Abkürzungen der Stationen und Standardbezeichnungen für Anfang und Endpunkte zusammen.

Standardbezeichnungen:

Abkürzung	Beschreibung
VP	Vorposition einer Station (meistens erste und letzte Position einer Routine)
GP	Greifposition

Beispiel:

Die Position des Roboters, in welchem er das Produkt auf dem 3D-Drucker greift, heisst:

p3DD_GP

8.1.2 Werkobjekte

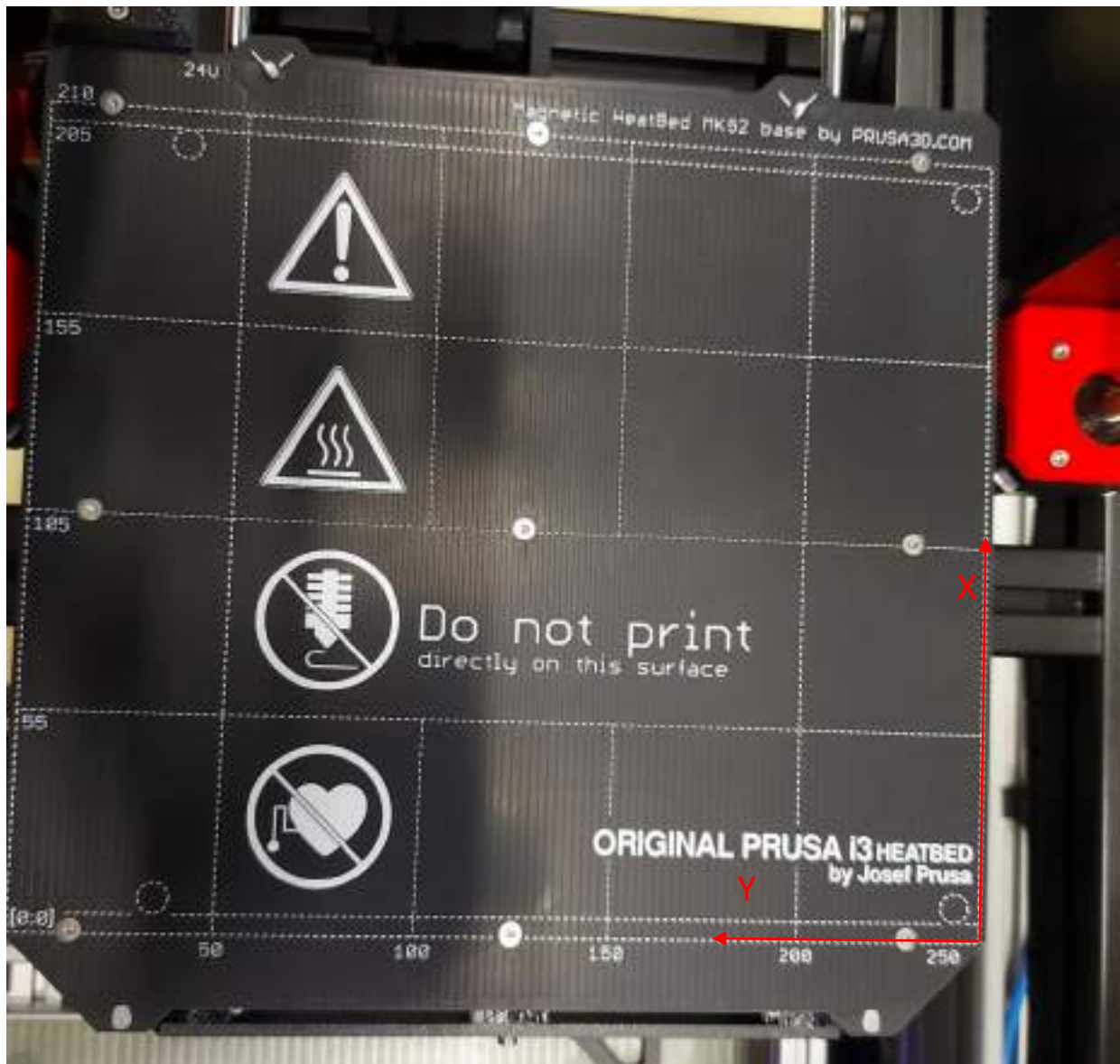
Damit bei zukünftigen Anpassungen an der Hardware nicht alle Positionen neu definiert werden müssen, wurden zwei Werkobjekte erstellt.

- ☐ wDrucker
- ☐ wDock

Muss der Drucker beispielsweise verschoben werden, so kann das Werkobjekt «wDrucker» neu definiert werden und das Programm sollte wieder funktionieren.

Vorgehen wDrucker neu definieren:

1. Drucker Nullen (home Drucker per HMI)
2. Y-Achse nach Y200 verfahren (G1 Y200 per HMI GCode command)
3. Nach gewöhnlichem Verfahren Werkobjekt neu definieren (Nullpunkt siehe Bilder)



Werkobjekt wDrucker Draufsicht

Vorgehen wDock neu definieren:

1. Nach gewöhnlichem Verfahren Werkobjekt neu definieren (Nullpunkt siehe Bilder)
Hinweis: Als Kante wurde die Rundung mit kleinstem Radius verwendet. Um ein gutes Ergebnis zu erzielen, sollte man die Rundung mit der Spitze etwa mittig berühren.



Werkobjekt wDock X-Achse



Werkobjekt wDock Y-Achse



Werkobjekt wDock Draufsicht

8.2 Device Mapping

Name	Type of Signal	Assigned to Device	Signal Identification Label	Device Mapping	Category
xCycleOn	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2601	33	
xStart	Digital Input	PN_Internal_Anybus	Bit2604	36	
xRunChainOk	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2610	40	
xStartAsMain	Digital Input	PN_Internal_Anybus	Bit2603	35	
xRobotControllerReady	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2604	36	
xRobNotInZone3D	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2562	2	
xRobinHomePos	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2563	3	
xResetEmgStop	Digital Input	PN_Internal_Anybus	Bit2602	34	
xMotorsOnState	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2606	38	
xMotorsOn	Digital Input	PN_Internal_Anybus	Bit2600	32	
xMotorsOffState	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2605	37	
xMotorsOff	Digital Input	PN_Internal_Anybus	Bit2601	33	
xAppRunning	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2560	0	
xAutoMode	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2600	32	
xExecError	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2603	35	
xCollisionDetected	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2607	39	
xEmgStop	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2602	34	
xBedCleared	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2561	1	
xTaskExecuting	Digital Output	PN_Internal_Anybus	Bit2611	41	
bProgNo	Group Input	PN_Internal_Anybus	byte264	64-71	Byte

Device Mapping der Robotersteuerung

8.3 Programm

Das Roboterprogramm ist in Drei Module unterteilt.

- ☐ «Ablauf» → Aufruf Main (hier werden alle Funktionen aufgerufen)
- ☐ «FunctionsModule» → beinhaltet alle Funktionen
- ☐ «GripperModule» → beinhaltet alle Greiffunktionen

Das Modul «Ablauf» beinhaltet eine Case-Funktion, in der die Programmnummer aus der SPS (Qb_ProgNo in der SPS / bProgNo in der Robotersteuerung) überprüft wird.

Bei einer neuen Operation, kann eine weitere Case-Bedingung hinzugefügt werden.

Neue Parameter könnten in Routinen mit Parameterruf verarbeitet werden.

9 CPS-Gate (Nino Florjancic)

Zum CPS-Gate wurde bereits ein Programm von Festo zur Verfügung gestellt, welches nur noch modifiziert werden musste. Eine genaue Dokumentation der Funktion ist daher schwer möglich, jedoch wird im Folgenden auf die signifikantesten Änderungen und den grundsätzlichen Aufbau des CoDeSys Programms eingegangen.

9.1 Programm

Dieses Kapitel geht lediglich auf die Grundstruktur des Programms und seine Änderungen ein, da es wie bereits erwähnt von einer Drittperson von Festo erstellt wurde. Für eine genauere Dokumentation ist die Dokumentation von Festo zu konsultieren.

An dieser Stelle ist zu erwähnen, **dass Objektorientiert programmiert** wurde. Eine klassische Aufrufstrukturierung wie bei einem (konventionellen) Step7 Programm ist somit nicht gegeben. Es werden im Programm sogenannte «Methoden» aufgerufen, welche nicht der Funktionsweise eines konventionellen FBs entsprechen. Die Grundstruktur lässt sich jedoch ohne dieses zusätzliche Verständnis erklären.

Grundsätzlich sind keine Anpassungen am Programm der CPS-Gate Komponente notwendig, da das Programm nur für den Docking- und Stopperprozess zuständig ist, und bei Applikationsstart einfach alle verfügbaren Parameter an die Hauptinstanz (Siemens SPS) weitergibt, welche für die weitere Auftragsabwicklung zuständig ist. Das heisst das selbst beim Integrieren einer neuen Operation **keine Programmänderungen am Gate notwendig** sind.

Eine Programmänderung ist lediglich bei Bugfixes, Änderung der Kommunikationsschnittstelle oder Eingriff in den Docking- und Stopperprozess notwendig.

9.2 Struktur im Main-Baustein

Hinweis: Neben den nachfolgend aufgeführten Programmteilen sind diverse andere Bausteine und Logiken vertreten, auf welche hier nicht eingegangen wird, da sie nicht relevant für die Hauptfunktion sind.

9.2.1 FB-Input

Baustein erstellt von Nino Florjancic

Dieser Baustein verarbeitet die eingehenden Kommunikationsvariablen.

Die meisten dieser Variablen simulieren einen Tastendruck in der Webvisualisierung des HMIs, sodass die Webvisualisierung des CPS-Gate für den Normalbetrieb der Anlage nicht zur Anwendung kommen muss und das wichtigste über das Simatic-HMI gesteuert werden kann.

Einige Kommunikations-Inputs sind aufgrund der Programmkomplexität direkt in den ausführenden Bausteinen implementiert. Der FB_Input umfasst demnach nicht alle Kommunikations-Eingangsvariablen.

9.2.2 OPMode

Der Baustein OPMode ist für die Umschaltung der Betriebsart zuständig. Seine Logik verhindert das Umschalten aus nicht erlaubten Anlagezuständen.

Der FB wurde nur geringfügig bearbeitet. Um den ferngesteuerten Betrieb über die Siemens SPS zu ermöglichen.

9.2.3 Docking

Der Baustein Docking ist für den Dockingprozess mit dem Robotino zuständig. In ihm sorgt eine Schrittkette dafür, dass der Robotino je nach Buffer-Belegungsstatus mit einem Carrier beladen oder entladen wird.

Ausserdem ist der Baustein für das Forcen des Robotinos zuständig, falls das geladene Teil nicht zum aktuellen Druckauftrag passt.

In diesem Fall wird die nächste Ressource des geladenen Carriers für 30 Sekunden auf das Hochregallager geschrieben, bevor dies wieder rückgängig gemacht wird. Der Robotino bringt das Teil somit zum Hochregallager, vor Ort wird aber keine Operation ausgeführt.

Letztere aufgeführte Funktion, sowie kleinere Modifikationen wurden durch Nino Florjancic implementiert.

9.2.4 AppModule_3dPrinting

Baustein erstellt von Nino Florjancic

In diesem Baustein wird die effektive Applikation ausgeführt.

Da im Falle des 3D-Druck Moduls die Applikation von der Siemens-SPS verwaltet wird, wird in diesem Baustein nichts anderes gemacht als die Daten an jene gesendet.

9.2.5 StopperCPG

Der StopperCPG Baustein beinhaltet wiederum eine Schrittkette. Diese wird abgearbeitet, sobald ein Carrier auf dem Stopper erkannt wurde.

Er umfasst das Lesen und Abgleichen des RFID-Tags mit dem MES, und die Kommunikation mit dem Applikationsbaustein.

Er Teilt dem MES den Status der Operationsabwicklung mit, ist für das Fehlerhandling und schreiben des RFID Tags zuständig, und ist mitverantwortlich für das Anfordern und Steuern des Robotinos (Buffer Management, zusammen mit Docking-Baustein).

9.2.6 FB_Output

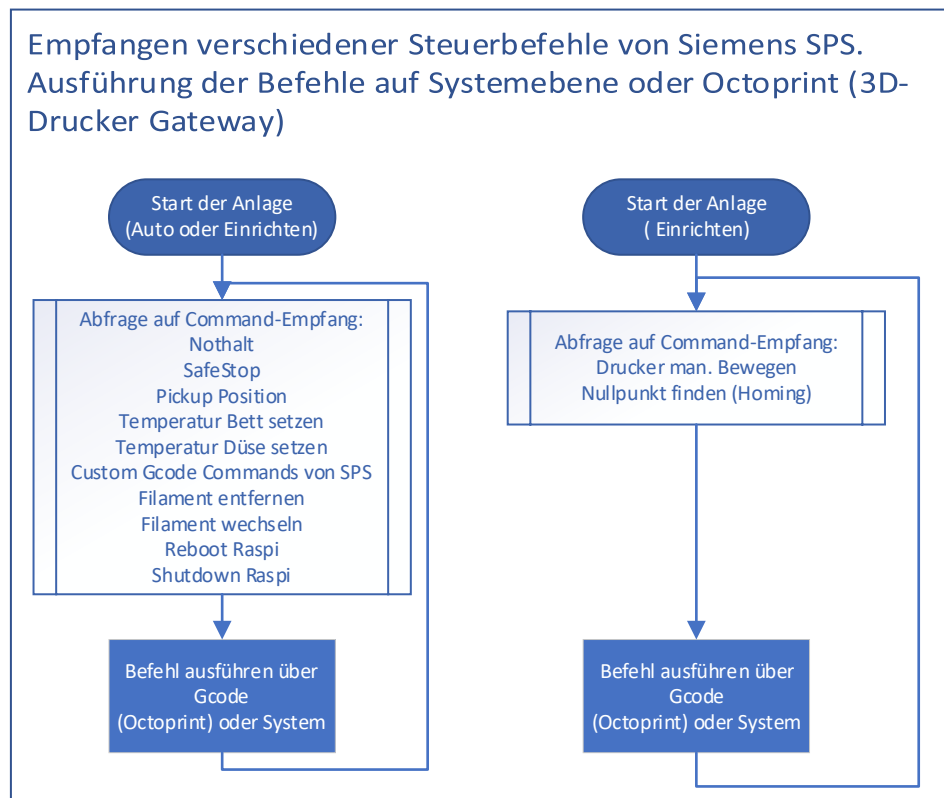
Baustein erstellt von Nino Florjancic

Der FB-Output ist für die Übertragung der Zustands und Kommunikationsvariablen an die Siemens-SPS zuständig. Zudem bildet er den Sammelfehler aus den einzelnen Fehlerbits, und sendet diesen ebenfalls an die Siemens-SPS.

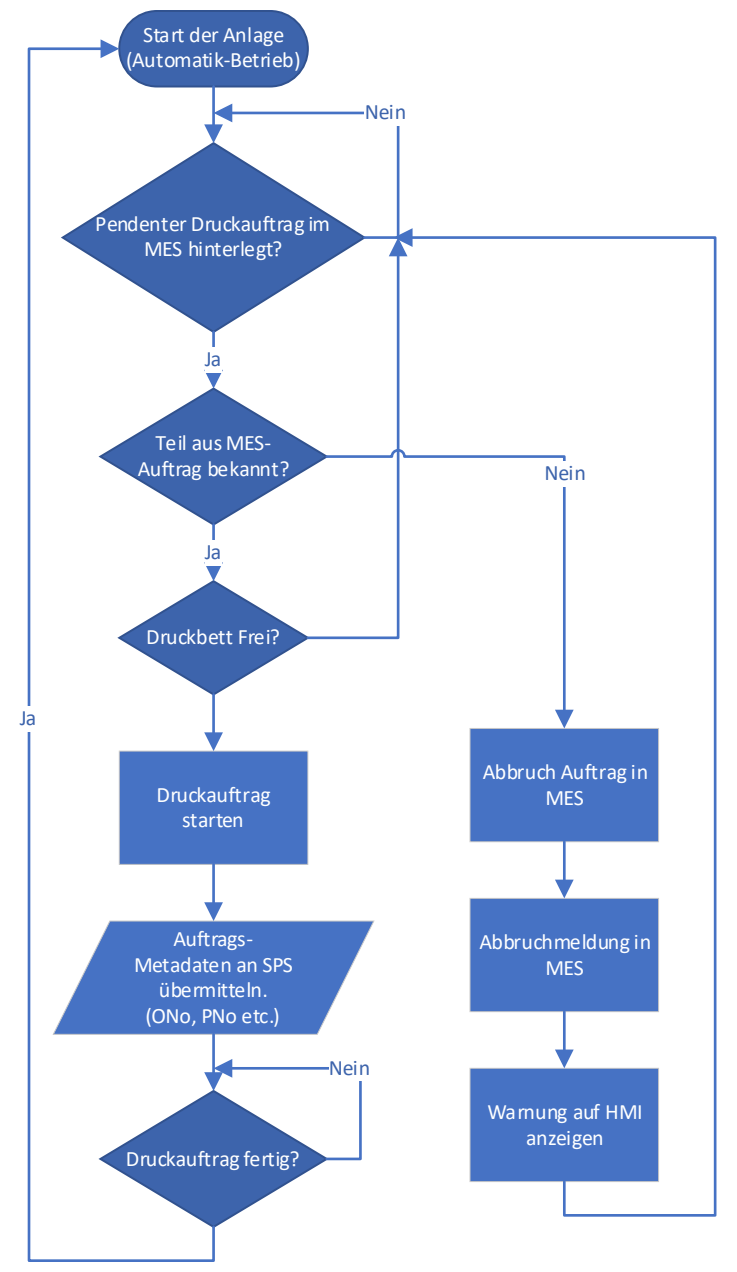
Einige Kommunikations-Outputs sind aufgrund der Programmkomplexität direkt in den ausführenden Bausteinen implementiert. Der FB_Output umfasst demnach nicht alle Kommunikations-Ausgangsvariablen.

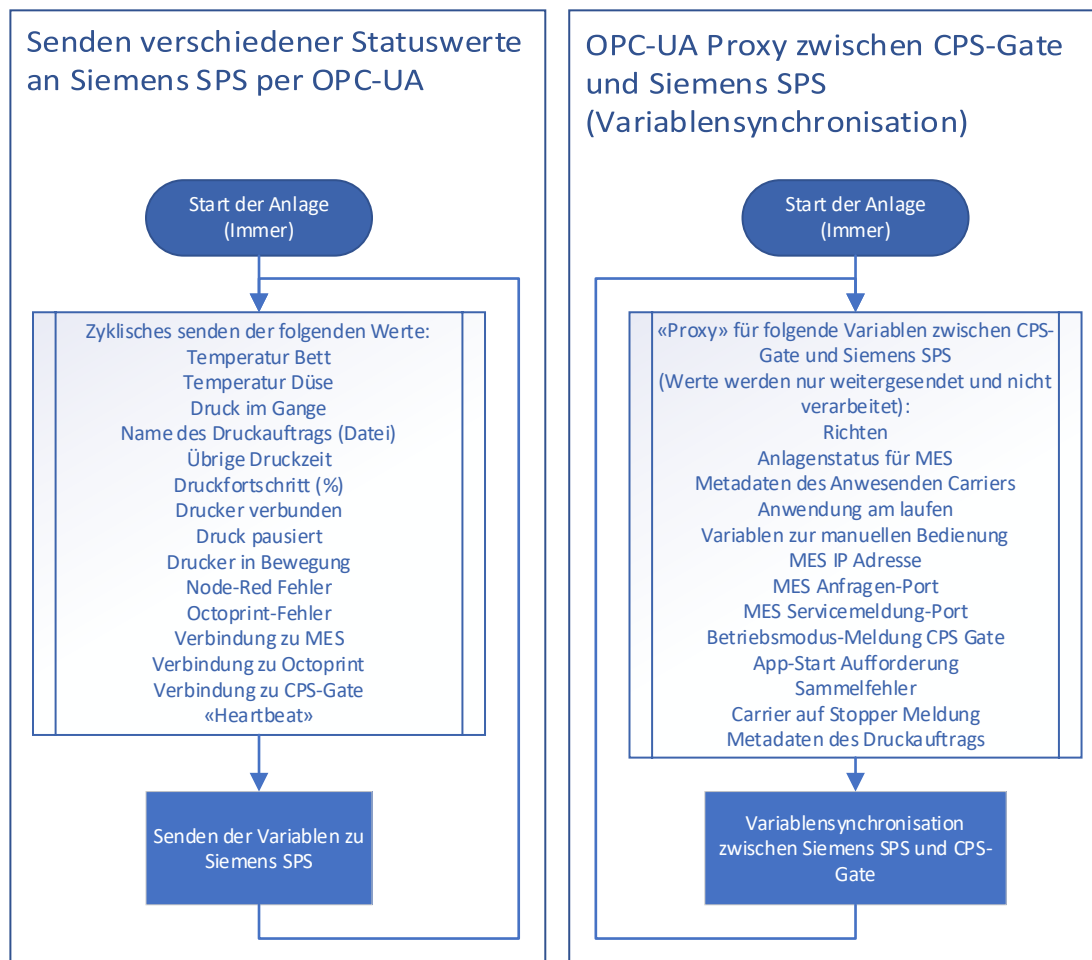
10 Node-Red (Nino Florjancic)

10.1 Softwarekonzept



Prozess der Druckauftrags-Abwicklung (Unabhängig von Carrier-Anwesenheit)





10.2 Flows

Beim Erstellen der Node-Red Flows wurde grossen Wert auf die einfache Skalierbarkeit und Anpassbarkeit gelegt. So wurden zur Funktionsumsetzung zum Teil erweiterte Funktionen der Function-Node eingesetzt, welche ein asynchrones Verhalten erlauben, und es wurde mit Umgebungsvariablen gearbeitet.

10.2.1 OPC-UA Proxy

In diesem Flow werden die Variablen zwischen dem CPS-Gate und der Siemens SPS synchronisiert. Um die zu synchronisierenden Variablen zu verändern bzw. erweitern, kann in den Umgebungs-Variablen unter «Flags» ein neues Arrayelement hinzugefügt werden, und die jeweilige Node-ID angegeben werden:

- Eine Definition im Objekt «CPS_SPS» bewirkt eine Synchronisation vom CPS-Gate zur Siemens SPS
- Eine Definition im Objekt «SPS_CPS» bewirkt eine Synchronisation von der Siemens SPS zum CPS-Gate
- Eine Beidseitige Synchronisation der gleichen Variable ist nicht möglich.
- Es müssen zwingend alle der folgenden Objektelemente angegeben werden:
 - o «name_SPS»: OPC-UA NodeId der Variable in der Siemens-SPS
 - o «name_CPS»: OPC-UA NodeId der Variable im CPS-Gate
 - o «type»: Datentyp der Variable (Muss einem Datentyp aus dem Dropdown der «OPC-UA Item» Node entsprechen)
- **Ein inkorrektes Definieren einer Synchronisationsvariable kann die gesamte Synchronisierung beenden!**

Die Umgebungsvariablen können durch Doppelklick auf den Flow-Tab, und anschliessendes klicken auf das Listen-Symbol unterhalb von «Fertig» geöffnet werden.

Nach dem Deploy ist es notwendig, den «Init» Inject zu betätigen, um die Variablen nicht erst nach einem Neustart zu synchronisieren.

In diesem Flow ist es auch möglich einen Node-Red internen Error zurückzusetzen.

10.2.2 3D-Printer State processing

Dieser Flow tätigt sekundlich Rest-API Anfragen (Drucker-Status und Druckjob-Status) an Octoprint², und verarbeitet die zurückgegebenen Daten anschliessend, um sie gebündelt per OPC-UA an die Siemens SPS zu senden.

Zudem werden die Daten intern in globalen Variablen gespeichert, um sie in anderen Flows als Bedingung verwenden zu können.

10.2.3 Input Variable processing

Dieser Flow dient der Ausführung von Steuerbefehlen von der Siemens SPS auf dem Raspberry Pi und Octoprint bzw. 3D-Drucker.

Die benötigten Variablen werden vom OPC-UA Client abonniert. Sobald eine Variablenänderung eintrifft, wird der zugehörige Command ausgeführt.

So können beispielsweise die Temperaturen des 3D-Druckers per Rest-API Request gesteuert, oder aber der Raspberry Pi heruntergefahren werden.

10.2.4 Connection Report

Der Connection Report Flow dient der Rückmeldung der Verbindungszustände an die Siemens SPS.

Konkret werden die API-Verbindung zu Octoprint, OPC-UA Verbindung zum CPS-Gate und die Verbindung zum MES rückgemeldet.

Die Verbindung zwischen Node-Red und der Siemens-SPS wird der Siemens-SPS über einen «Heartbeat» mitgeteilt. Dieses Bit wechselt alle 5 Sekunden den Zustand. Ist dieser Intervall nicht mehr gegeben (durch Verbindungsabbruch), so kann die Siemens-SPS die abgebrochene Verbindung feststellen.

10.2.5 OPC-UA Endpoint

Der OPC-UA Endpoint dient zur Sammlung aller «single write» Anfragen über OPC-UA.

Dies wird gemacht, da jede neue «OPC UA Client» Node eine neue Session zur Siemens SPS eröffnet, und dies die SPS und das Netzwerk überlasten könnte.

Zudem wird in diesem Flow der «Acknowledge» Prozess vereinheitlicht, sodass besonders wichtige Datenübermittlungen der Siemens SPS immer einheitlich bestätigt werden von Node-Red.

10.2.6 MES

Dieser Flow dient der Auftragsabwicklung von MES-Aufträgen, und ermöglicht ein Starten des Druckauftrags (fast) gleichzeitig mit dem Erstellen des Auftrags im MES.

Die bereits abgearbeiteten Aufträge werden in einem intern gespeicherten Array aufbewahrt, sodass sicher kein Druckauftrag zwei Mal gedruckt wird.

Nach der Abfrage des MES nach anstehenden Aufträgen über das TCP-Protokoll, wird evaluiert, was für eine Operation das der Auftrag beinhaltet. Bei passender Operation (momentan nur 5000) und richtigen Betriebsbedingungen, wird der angeforderte Druckauftrag (Part-Parameter im MES) in Octoprint gestartet.

² Octoprint Rest-API Dokumentation: <https://docs.octoprint.org/en/master/api/index.html>

Zudem werden der Siemens SPS per diversen Kommunikationsvariablen mitgeteilt, ob der Druck vom Roboter abgeholt werden kann.

Die verfügbaren Druckteile sind dabei von der Konfiguration im MES, und der Namensgebung der G-Code Dateien im Octoprint abhängig.³

10.3 Hinzufügen einer neuen Steuervariable

Um eine neue Steuervariable hinzuzufügen, welche in Octoprint einen Befehl ausführt (kein Druckauftrag), müssen lediglich folgende Dinge getan werden:

1. Fügen sie im Flow «Input Variable processing» unter der Umgebungsvariable «subscriptions» ein neues Arrayelement hinzu.
Folgende Variablen müssen im neu hinzugefügten Objekt vorhanden sein:
 - o «name»: NodeId der Variable in der Siemens SPS
 - o «type»: Datentyp der Variable (Muss einem Datentyp aus dem Dropdown der «OPC-UA Item» Node entsprechen)
 - o «browseName»: Ein von ihnen festgelegter Kurzname der Variable. Am besten nehmen sie hier den Variablennamen aus der SPS
2. Optional können sie **eine** der folgenden Variablen zum Objekt hinzufügen:
 - o «gcode»: Ein Gcode Command, welcher ohne weitere Programmanpassungen im Editor auf dem Drucker ausgeführt wird, sobald der Wert der Variable auf true (Bool) wechselt.
 - o «variable»: Ein Variablenname. Ist er angegeben, wird der Wert der Siemens-SPS Variable ohne weitere Anpassungen im Editor mit diesem Namen im globalen Variablen-Objekt «variables» in Node-Red gespeichert.
3. Wenn sie keinen der optionalen Variablen angegeben haben, sind weitere Anpassungen innerhalb des Node-Red Editors nötig:
 - o Fügen sie im «Command-switch» ihren zuvor in den Umgebungsvariablen angegebenen «browseName» ein.
 - o Den neu erstellten Ausgang aus der Node können sie mit ihren weiteren programmtechnischen Abläufen belegen. Bei jeder Status-Änderung des Werts ihrer Variable auf der Siemens-SPS, wird ein msg-Objekt aus dem neu erstelltem Ausgang bei «Command-switch» gesendet.
 - o Der Wert der Variable ist unter **msg.state** zu finden.

10.4 Hinzufügen einer neuen Operation

Um eine neue MES-Operation im Node-Red hinzuzufügen, müssen sie lediglich einen neuen Eintrag im «Operation Switch» des Flows «MES» machen. Geben sie in diesem ihre Operation-Number (OpNo) an.

Sobald Node-Red einen Order mit ihrer Operation erkennt, wird er über den neuen Ausgang des «Operation Switch» ausgegeben. Ab diesem Punkt können sie ihre Abläufe hinterlegen (dies muss kein 3D-Druck sein).

Hinweise:

- Der Auftrag wird jede Sekunde erneut durch den Flow geschickt, solange der Auftrag im MES ansteht. Sie müssen je nach Funktion demnach eine Funktion einbauen, welche die mehrfache Ausführung verhindert.

³ Genaue Anleitung, siehe 10.5 Hinzufügen eines neuen Druckteils (OpNo 5000)

- Der Operation Switch entscheidet aufgrund des ersten Listeneintrags, welche Operation, dass zugewiesen ist. Die weiteren Listenelemente (unter Umständen andere Order) werden ebenfalls ausgegeben.
- Es werden alle Order zurückgegeben, die durch die Ressource 15 bearbeitet werden sollten. Dies beinhaltet auch Order, die noch unter «current Orders» gelistet sind im MES, aber die Bearbeitung durch die Ressource 15 bereits abgeschlossen haben. (komplett abgeschlossene Aufträge werden nicht zurückgegeben)
- Ebenso wird auch kein «operation start» oder «operation finish» ans MES gesendet. Diese Anfragen müssen sie bei Bedarf selbst programmieren

10.5 Hinzufügen eines neuen Druckteils (OpNo 5000)

Die Operation 5000 «Print Part» kann ganz simpel mit neuen Teilen bzw. neuen Druckaufträgen ergänzt werden:

1. Fügen sie im MES in der «Master Data» einen neuen Part (production part) hinzu, und fügen sie diesen Part zur Gruppe 15 «3D-Printable parts» hinzu.
2. Laden sie im Octoprint-Webinterface (siehe 3 *Zugriffspunkte*) ihren neuen Druckauftrag hoch. Der Dateiname ist dabei ausschlaggebend, und muss zwingend mit folgendem beginnen (dahinter können sie den Dateinamen beliebig weiterführen):
[PNo][Boolescher Wert] Individueller Dateiname

Der Wert der ersten Klammer entspricht der PNo, welche sie zuvor im MES beim neuen Part hinterlegt haben. Der Boolesche Wert muss «true» sein, falls die Farbe des Teils bereits durch den G-code vorgegeben ist.

Ist der Boolesche Wert «false», so kann die Farbe durch die MES-Parameter bestimmt werden⁴

3. Das neue Teil ist nach spätestens 5 Minuten automatisch in Node-Red hinterlegt und für die Anlage verfügbar. Vorher sollten keine Aufträge mit diesem Druckteil gestartet werden.
Alternativ kann im Node-Red MES-Flow auch manuell eine Aktualisierung der verfügbaren Teile angefordert werden (Get Files stored in Octoprint Gruppe).

Wird die oben erwähnte Dateinamen-Notation nicht eingehalten, so ist der Druckauftrag zwar manuell über das Octoprint-Webinterface startbar, aber nicht für den automatisierten Druckstart verfügbar.

⁴ Es handelt sich beim Booleschen Wert um eine noch nicht implementierte Funktion, welche für das Multi-Material Update des Druckers vorbereitet wurde. Für den Stand der IPA-Abgabe muss dieser Boolesche Wert zwar angegeben werden, sollte aber immer den Wert «false» enthalten.

11 Inbetriebnahmeprotokoll (Nino Florjancic)

IPA 2022 Luca / Nino			
IB-Protokoll 3D-Printing Application			
MSW Mechatronik Schule Winterthur			
Kriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Bemerkung
Ablauf Teil „3DP chocolate part to store“			
3D-Printing Modul richten und in Auto-Betrieb versetzen (genauer Ablauf siehe Bedienungsanleitung)	✓		
Customer-Order „3DP chocolate part to store“ im MES starten	✓		
3D-Drucker beginnt nach wenigen Sekunden mit dem Druckstart (aufheizen)	✓		
Hochregallager lagert leere Palette aus	✓		
Carrier mit Palette begibt sich zu Robotino-Abholstation (Modul Mag-Back)	✓		
Carrier mit Palette wird von Robotino zu 3D-Printing Modul gefahren	✓		
Robotino dockt reibungslos (ohne Fehler) an	✓		
Robotino übergibt Carrier an 3D-Printing Modul über Dock	✓		
Dock hält Förderband nach Ankunft des Carriers bei Stopper an	✓		
Carrier bleibt bei Stopper bis 3D-Druck abgeschlossen	✓		
Nach Abschluss des 3D-Druckes fährt Druckkopf nach oben und weg von Roboterarm (X=0), Druckbett begibt sich nach vorne	✓		
Roboterarm beginnt wenige Sekunden nach Abschluss der 3D-Drucker Operation, das gedruckte Teil vom Druckbett zu entfernen	✓		
Roboterarm platziert das gedruckte Teil sauber auf der Palette des Carriers	✓		
Robotino wird angefordert (falls nicht bereits am Modul)	✓		
Carrier wird an Robotino übergeben	✓		
Robotino fährt mit Carrier zurück zur restlichen CP-Factory (Mag-Back Modul)	✓		
Robotino übergibt Carrier an Mag-Back Modul	(✓)		Mag-Back hängt sich manchmal auf bei Dock
Schokoladen können über HMI an „Swiss Chocolate“ Modul in gedrucktes Teil auf Carrier gelegt werden	✓		
Gedrucktes Teil wird samt Palette von Hochregallager eingelagert	✓		
Ablauf Teil „3DP chocolate part to deliver“			
3D-Printing Modul richten und in Auto-Betrieb versetzen (genauer Ablauf siehe Bedienungsanleitung)	✓		
Customer-Order „3DP chocolate part to deliver“ im MES starten	✓		
3D-Drucker beginnt nach wenigen Sekunden mit dem Druckstart (aufheizen)	✓		
Hochregallager lagert leere Palette aus	✓		
Carrier mit Palette begibt sich zu Robotino-Abholstation (Modul Mag-Back)	✓		
Carrier mit Palette wird von Robotino zu 3D-Printing Modul gefahren	✓		

IPA 2022
Luca / Nino

IB-Protokoll 3D-Printing Application

MSW Mechatronik
Schule
Winterthur

Kriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Bemerkung
Robotino dockt reibungslos (ohne Fehler) an	✓		
Robotino übergibt Carrier an 3D-Printing Modul über Dock	✓		
Dock hält Förderband nach Ankunft des Carriers bei Stopper an	✓		
Carrier bleibt bei Stopper bis 3D-Druck abgeschlossen	✓		
Nach Abschluss des 3D-Druckes fährt Druckkopf nach oben und weg von Roboterarm (X=0), Druckbett begibt sich nach vorne	✓		
Roboterarm beginnt wenige Sekunden nach Abschluss der 3D-Drucker Operation, das gedruckte Teil vom Druckbett zu entfernen	✓		
Roboterarm platziert das gedruckte Teil sauber auf der Palette des Carriers	✓		
Robotino wird gerufen (falls nicht bereits am Modul)	✓		
Carrier wird an Robotino übergeben	✓		
Robotino fährt mit Carrier zurück zur restlichen CP-Factory (Mag-Back Modul)	✓		
Robotino übergibt Carrier an Mag-Back Modul	✓		
Schokoladen können über HMI an „Swiss Chocolate“ Modul in gedrucktes Teil auf Carrier gelegt werden	✓		
Gedrucktes Teil wird von CP-OUT Applikation von Palette genommen und ausgegeben (Teil muss nicht auf Rutschfläche herunterrutschen)	✓		
Fehlerhandling / Safety			
Wenn Carrier nicht zum Auftrag auf dem Druckbett passt, wird er von Dock direkt wieder ausgegeben und von Robotino zurück zur restlichen Anlage gebracht. (Zwei Aufträge starten, und dafür sorgen das Carrier des zweiten Auftrags zuerst beim 3D-Printing Modul ankommt)	✓		Dock bleibt in diesem Fall relativ lange Fälscherhand noch im Betrieb ohne Nutzen -> Fix nach IPA?
Anlage lässt sich nur in Auto-Betrieb versetzen, wenn alle Komponenten betriebsbereit sind. (Einzelne Komponenten ausschalten)	✓		Bug: wenn Rasp. ausgeschaltet lässt sich Betriebsmodus noch nicht mehr ausschalten -> Fix nach IPA
Roboterarm unterbricht Bewegung, wenn von Hinten in Sicherheitsbereich gefasst wird, oder wenn Türen auf Vorderseite geöffnet werden. (Türen durch überbrückte sicherheitskontakte simulieren)	✓		
Roboterarm, Dock und 3D-Drucker führen bei Betätigung der Not-Halt Taste einen Not-Halt aus	✓		

IPA 2022
Luca / Nino

IB-Protokoll 3D-Printing Application

MSW Mechatronik
Schule
Winterthur

Kriterium	Erfüllt	Nicht erfüllt	Bemerkung
Anlage kann nach Nothalt erst durch Resetten der Safety-Relais über HMI und Richten über HMI wieder gestartet werden (genauer Ablauf siehe Bedienungsanleitung)	✓		Ablauf für Reset* noch nicht optimal → Optimierung nach IPA? * nach Nothalt
Mensch-Maschine Interaktion			
Anlage zeigt Betriebszustand über Smartlight farblich an	✓		
Wichtigste 3D-Druck Funktionen lassen sich auch über HMI Steuern (Manuelle Achsenbewegung, Filament-Operationen, Temperatursteuerung etc.)	✓		
Umschaltung zwischen den Betriebsmodi über das HMI möglich (Automatik, Einrichten, Richten) Umschaltung darf nicht direkt funktionieren, sondern muss über „Ende“ erfolgen.	✓		
Temperatur 3D-Drucker Düse und Bett auf HMI einsehbar	✓		
Verbleibende Druckzeit auf HMI einsehbar	✓		
Druckfortschritt in % einsehbar auf HMI	✓		
Aktueller Druckauftrag (Name) einsehbar auf HMI	✓		
Teilnehmerbereitschaft (Roboter, Raspberry Pi, Drucker, CPS-Gate) einsehbar auf HMI	(✓)		Status 3D-print, 3D-Drucker wird nicht mehr geupdated, small Rasp. offing → Fix nach IPA
HMI-Meldungen (Not-Halt, Safe-Stop) funktionieren	✓		
Betriebsstatus Applikation auf HMI einsehbar	✓		
Anlagenstatus wird im MES korrekt angezeigt	(✓)		Fehler werden noch nicht angezeigt → Fix nach IPA
Allgemeine Bemerkungen:			
Der „Normalbetrieb“ funktioniert einwandfrei. Bei „Abnormalen Betriebszuständen“ könnte das Verhalten noch optimiert werden. Viele Fehler sind auf die Kommunikation zwischen den Komponenten zurückzuführen. Der Roboter hat manchmal den Fehler, dass er anfährt & so stehenbleibt. Dies liegt aber über unserem Projekt Spektrum (Programmierung von Festo)			
Datum, Name, Unterschrift	Gesamtfunktion erfüllt?		
05.04.2022, Nino Florjancic	✓		

12 Bedienungsanleitung (Luca Rosselli)

12.1 Rechtliche Hinweise

12.1.1 Sicherheitshinweise



- **Der Betrieb ist nur in Innenräumen erlaubt.**
- **Sämtliche Manipulationen, welche das Umgehen von Sicherheitsfunktionen bezwecken sind strengstens verboten.**
- **Vor Inbetriebnahme ist zu prüfen, ob der Untergrund eben ist, beziehungsweise ob die andockbare Anlage nicht an einer Spürbaren Neigung ausgesetzt ist.**
- **Sämtliche Anpassungen an der Verdrahtung sind durch einen Servicetechniker durchzuführen.**
- **Das Besteigen der Anlage ist zu vermeiden**
- **Das Anfassen der Anlage im Betrieb kann zu Quetschverletzungen führen**
- **Insbesondere bei der Dockingstation ist vor den Einzugstellen (Zahnräder und Förderbänder) erhöhte Achtsamkeit zu bieten.**
- **Scharfe Kanten/Ecken können zu Schnitt/Stichverletzungen führen**
- **Hineinfassen ist während dem Betrieb aus oben genannten Gründen verboten**
- **Die Anlage steht unter Spannung**



12.2 Allgemein

Die Anlage funktioniert nur im Zusammenhang mit der CP-Factory und hat im Stand-Alone-Betrieb keine Funktion.

Ohne die CP-Factory lassen sich also keine Aufträge ausführen, der Einrichtbetrieb funktioniert jedoch auch unabhängig von der CP-Factory.

In dieser Anleitung wird davon ausgegangen, dass die 3D-Printing Applikation samt Roboterzelle bereits am richtigen Ort steht und somit in der Konfiguration (Mapping) des Robotinos und MES vorhanden ist.

Die Anlage lässt sich per HMI überwachen, Steuern und Parametrieren. Die Visualisierung wird zusätzlich mit einer Signallampe bestehend aus 3 Segmenten unterstützt.

1. Segment (Oben)	Anzeige Betriebsart
2. Segment (Mitte)	Anzeige Auftragsabwicklung (3D-Drucker)
3. Segment (Unten)	Anzeige Anlagenzustand, Sicherheit, etc.

Die genauen Bedeutungen der einzelnen Segmente werden in Kapitel „12.8 Smartlight“ behandelt. Im HMI lässt sich unter „Home – Smartlight“ der momentane Zustand der einzelnen Segmente und die dazugehörige Bedeutung herauslesen.

12.3 Sicherheitsfunktionen

Die Anlage verfügt über zwei Sicherheitskreise:

1. Safety-Stop (Türkontakte und Eckkamera)
2. Emergency-Stop (Not-Halt neben HMI)

Wird der Safety-Stop-Sicherheitskreis unterbrochen, so wird der Roboter so lange gestoppt, bis der Sicherheitskreis wieder geschlossen ist. Danach fährt der Roboter mit der Ausführung des Prozesses fort. Der Safety-Stop hat keine Auswirkungen auf den 3D-Drucker und die Dockingstation.

Wird der Emergency-Stop-Sicherheitskreis unterbrochen, so werden Roboter, Dockingstation und 3D-Drucker unmittelbar gestoppt.

Das Vorgehen für die Wiederinbetriebnahme nach einem Not-Halt ist gleich wie die Inbetriebnahme, nachdem sich die Anlage im Stromlosen Zustand befand.

Zusätzlich muss im MES ein eventuell angefangener Order gelöscht, und das Druckbett gereinigt werden. Ansonsten wird der 3D-Drucker im Automatikbetrieb den Auftrag neu drucken.

12.4 Inbetriebnahme

Beim erstmaligen Einschalten der Anlage oder nach einem Not-Halt, gibt es diverse Dinge zu beachten:

- Nachdem sich die Anlage im Stromlosen Zustand befunden hat, muss das Sicherheitsrelais des Not-Halt Kreises per HMI geresetzt werden. (Pop-Up oder in Home - Betriebsart)
- Bevor gerichtet werden kann, müssen noch alle Fehler des CPS-Gates quittiert werden, welche durch den Not-Halt entstehen. Dies ist unter „Home – Dock“ möglich. Natürlich wird aber empfohlen, die Fehler direkt im CPS-Gate zu quittieren, da man momentan nur so die Fehlerquelle erfährt. Dieser Schritt ist nötig, da das CPS-Gate eine zu quittierende Meldung für den Not-Halt hat.
- Hat alles funktioniert, sind nun alle Geräte erreichbar und der Richten- Button in „Home – Betriebsart“ blinkt Blau. Dieser Anlagenzustand wird auch mit dem untersten Segment der Leuchtsäule signalisiert (Grün blinkend).
- Die Anlage lässt sich nun richten.
- Nach Betätigung des Richten-Buttons wird die Anlage gerichtet, was im Optimalfall wenige Sekunden dauern sollte.
- War das Richten der Anlage erfolgreich, so lassen sich nun die die Buttons „Automatik“ und „Einrichten“ betätigen (nicht mehr ausgegraut). Durch das unterste Segment wird jetzt angezeigt, dass alle Devices und damit die Anlage Betriebsbereit sind (Dauerhaft Grün).
War das Richten **nicht** erfolgreich, so werden in Kapitel „12.9 Fehlerquellen“ mögliche Fehlerquellen geschildert.
- Nun ist die Anlage Betriebsbereit.
Im Automatikbetrieb werden automatisch Aufträge aus dem MES ausgeführt.
Im Einrichtbetrieb lassen sich einzelne Applikationen (Drucker, Dockingstation, Smartlight) steuern und gegebenenfalls parametrieren.
- Beim Neustart der Applikation ist sicherzustellen, dass das Druckbett frei von Vergangenen Drucken und Verschmutzungen ist. Danach lässt sich per HMI unter „Einrichten – 3D-Drucker 1“ das Druckbett „leeren“. Dies ist nur im Einrichtbetrieb möglich!

12.5 Automatikbetrieb – Auftrag Schoggi-Case

12.5.1 Auftragsabwicklung

- Befindet sich die Anlage im Automatikbetrieb, so kann per MES ein Auftrag gestartet werden.
Aktuell hinterlegte Aufträge:

Partnummer	Beschreibung
2000	3DP chocolate part to store
2001	3DP chocolate part to deliver

- Wurde der Order im MES gestartet, so wird eine leere Palette ausgelagert und per Robotino zur 3D-Printing Applikation gebracht.
Parallel dazu wird für diesen Order ein Druckauftrag gestartet (sofern noch kein Druckauftrag vorhanden ist).
- Befindet sich ein Carrier auf der Dockingstation, so wird abgeglichen, ob der Druckauftrag mit dem Order des aktuellen Carriers übereinstimmen.

Order stimmen überein:

- Der Carrier bleibt auf der Dockingstation und wartet, bis der Druck fertig ist. Sobald der Druckauftrag beendet wird, löst der Drucker das Druckteil vom Druckbett und setzt es auf den Carrier. Danach ist die Auftragsabwicklung auf der 3D-Printing Applikation beendet und der Carrier samt Druckteil wird wieder der CP-Factory übergeben.
- Die restliche Abwicklung des Auftrages unterscheidet sich nicht von der herkömmlichen Auftragsabwicklung mit einem normalen Schoggi Case.

Order stimmen nicht überein:

- Falls der Order des aktuellen Druckauftrages nicht mit dem Order des Carriers übereinstimmt, so wird der Carrier ohne Wartezeit wieder dem Robotino und damit der CP-Factory übergeben. Dies geschieht so lange, bis der richtige Carrier auf der Dockingstation ist.
- Falls mehrere Aufträge gleichzeitig anstehen, so drehen die restlichen Carrier Runden auf der CP-Factory, bis der Auftrag auf der 3D-Printing Applikation abgeschlossen, und die Ressource somit wieder frei ist.

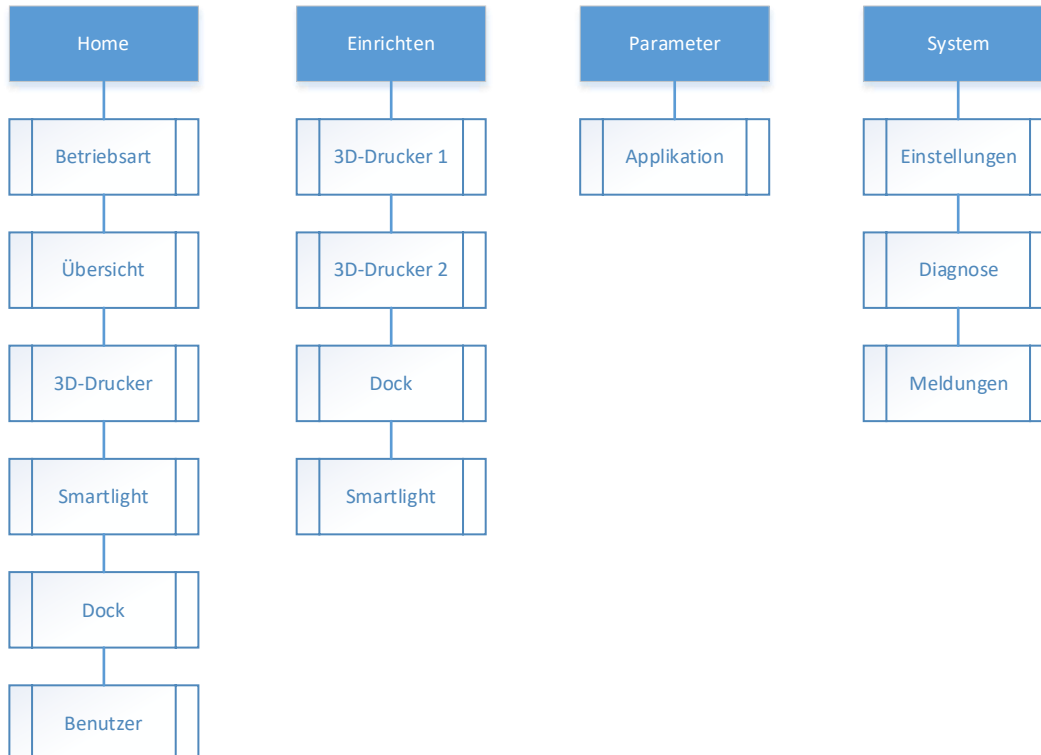
12.6 Einrichtbetrieb

Im Einrichtbetrieb lassen sich Anlagenteile manuell steuern und gegebenenfalls Parametrieren:

Bild / Gerät	Funktionen
3D-Drucker 1	Allgemeine Funktionen wie z.B. Filament entladen, Raspberry Pi neustarten etc.
3D-Drucker 2	Manuelle Drucksteuerung (X/Y/Z/E - Achsen)
Dock	Manuelle Steuerung von Förderband und Stopper
Smartlight	Manuelle Steuerung und Parametrierung der Signalleuchte

12.7 Navigation

Die Navigation findet im Permanentbereich oben und links vom eigentlichen Bildinhalt statt. Durch die Vier Tabs im oberen Bereich lässt sich eine Vorauswahl öffnen. Links kann man dann die einzelnen Bilder der jeweiligen Vorauswahl öffnen.



12.7.1 Home – Betriebsart



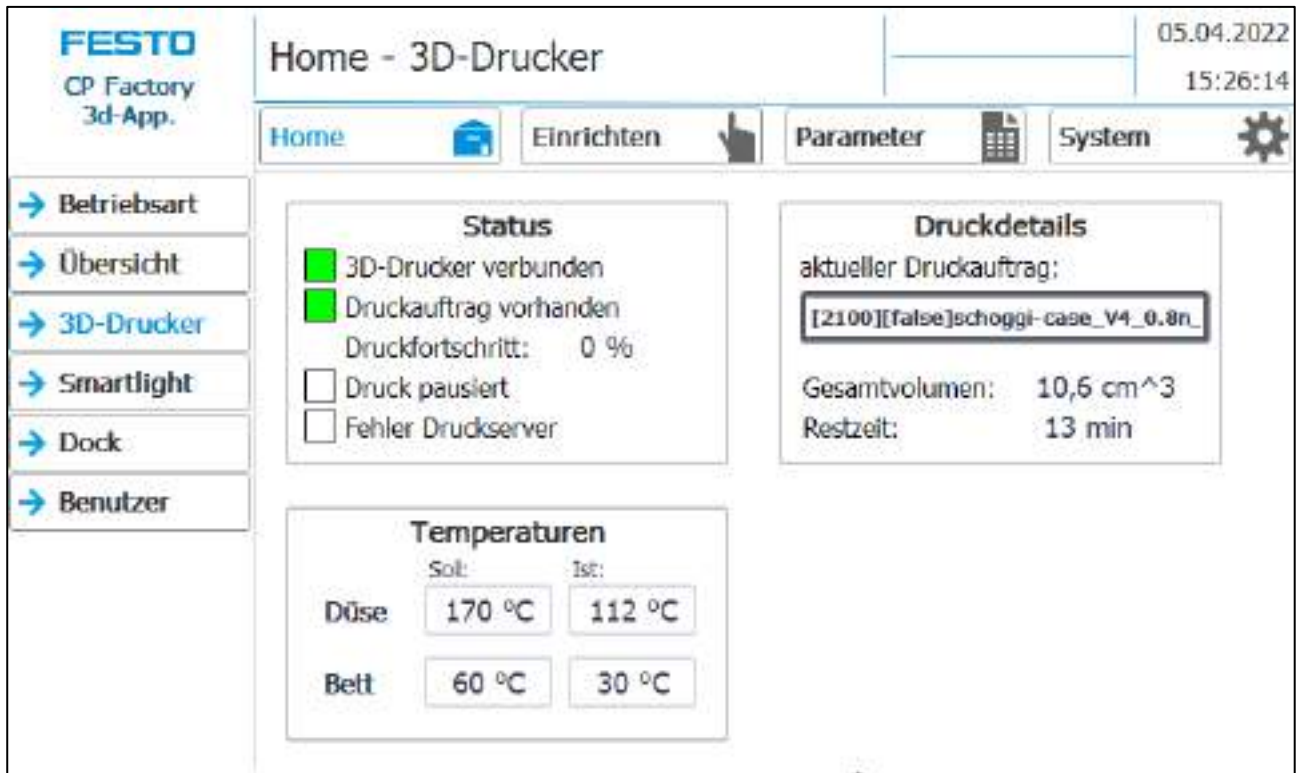
Im Betriebswahlbild lässt sich die Anlage Richten und in den gewünschten Betriebsmodus setzen.

12.7.2 Home Übersicht



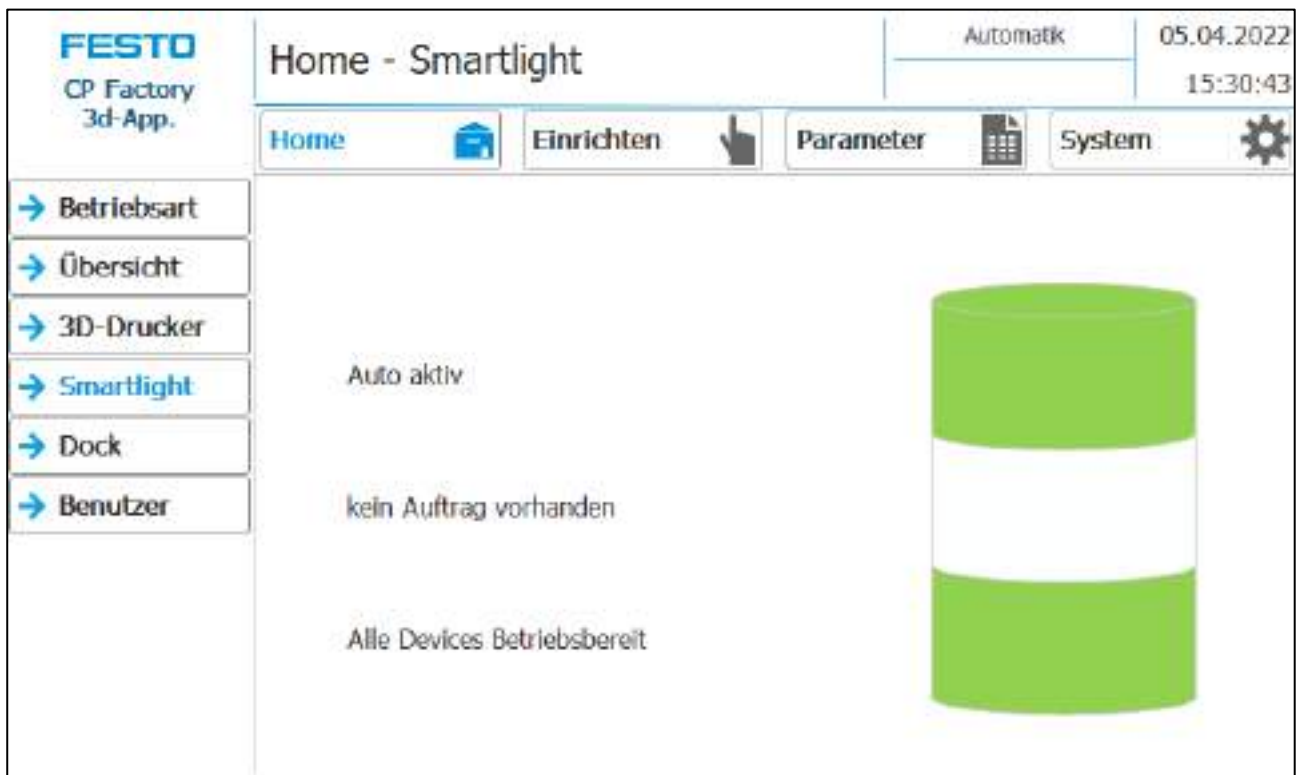
In der Übersicht lässt sich der Status der Applikation, sowie der Status der einzelnen Anlagenteile erkennen.

12.7.3 Home – 3D-Drucker



Im Bild des 3D-Druckers bekommt man weitere Informationen zum 3D-Drucker und zu allfälligen Druckaufträgen. Zusätzlich lassen sich die Soll-Temperaturen im laufenden Betrieb anpassen.

12.7.4 Home – Smartlight



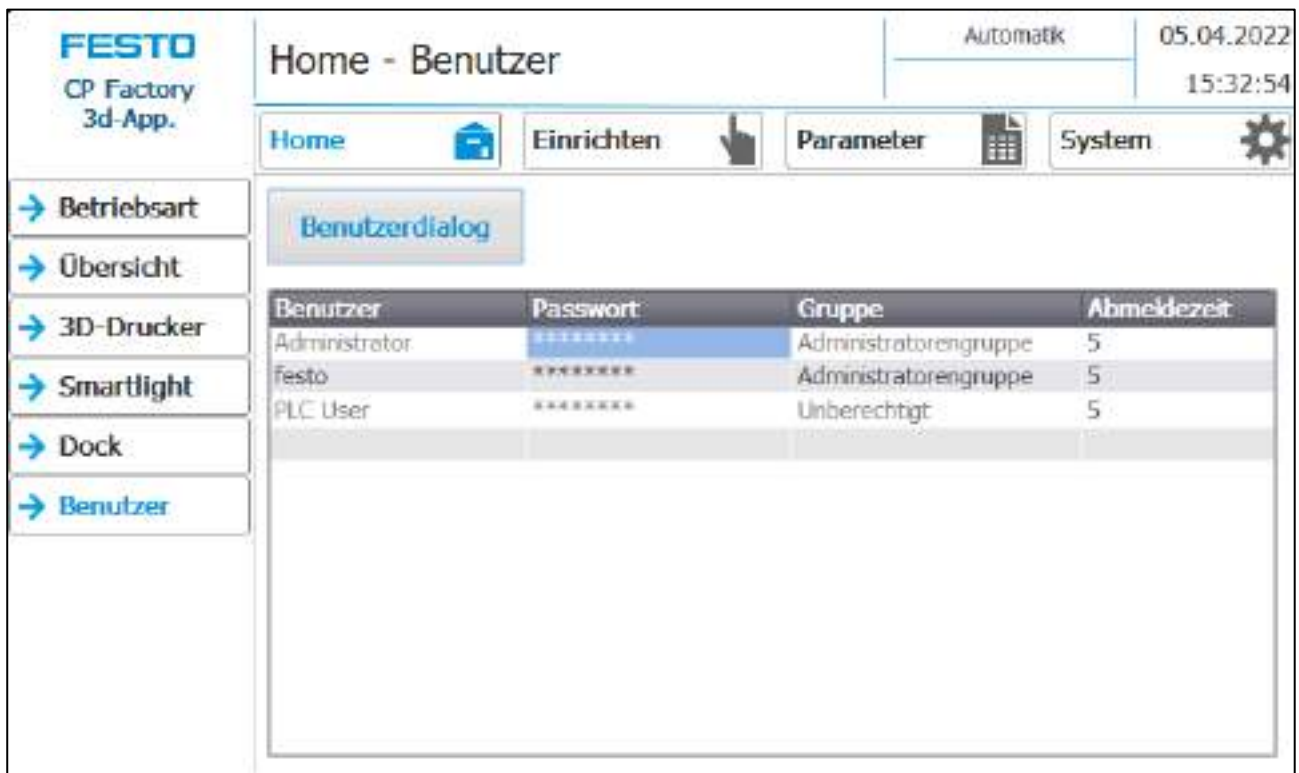
Im Bild „Smartlight“ lässt sich neben dem aktuellen Zustand der einzelnen Segmente auch die Bedeutung des aktuellen Zustandes herauslesen.

12.7.5 Home – Dock



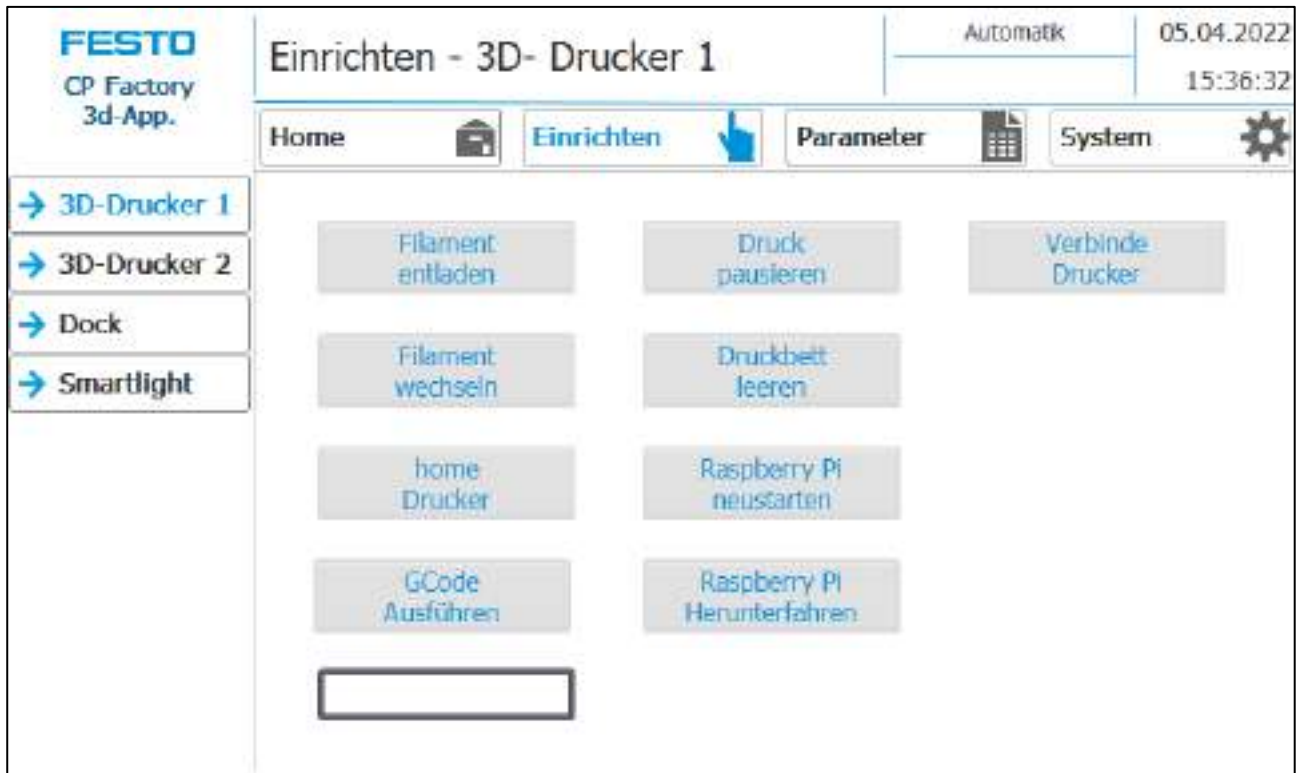
In der Übersicht lässt sich der Status der Dockingstation überprüfen. Bei Bedarf lassen sich hier auch schnell Fehler des CPS-Gates quittieren.

12.7.6 Home -Benutzer



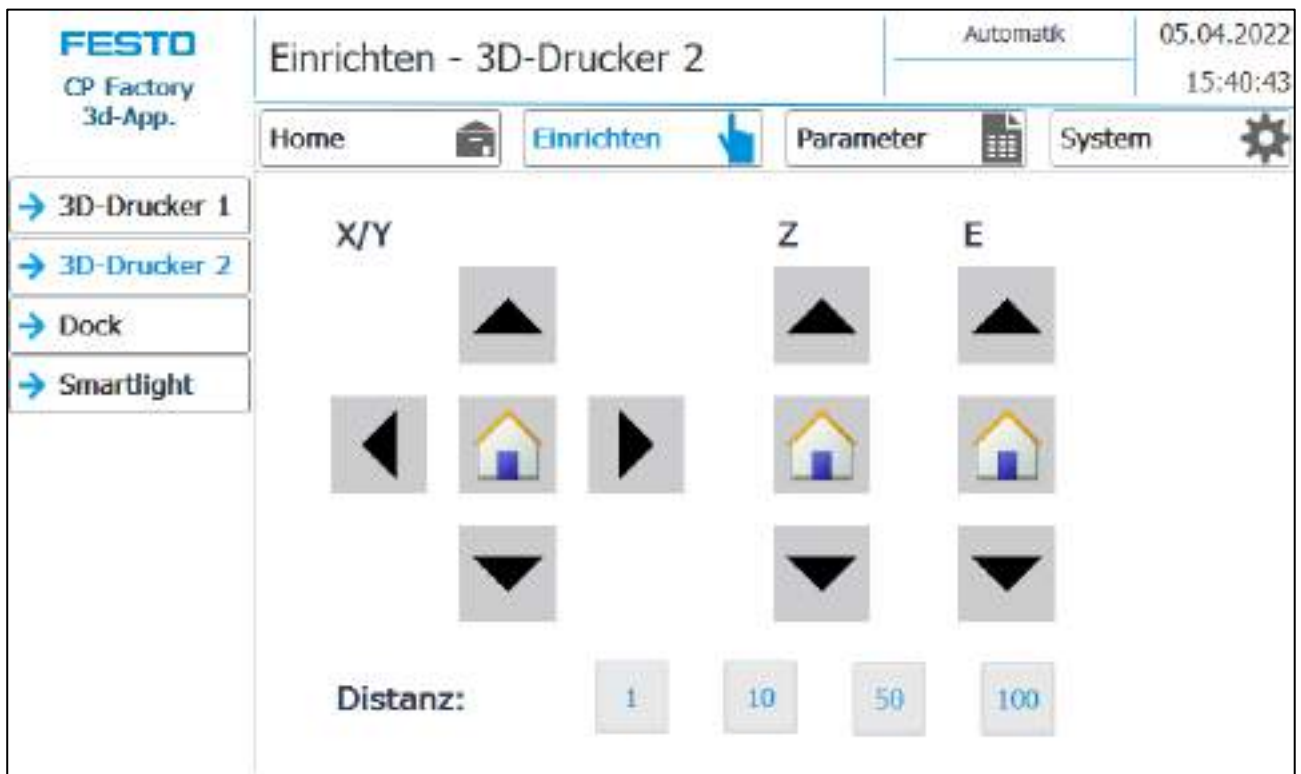
In der Benutzerverwaltung lässt sich der Anmeldedialog öffnen. Im Angemeldeten Zustand ist ausserdem eine Benutzerverwaltung, Beispielsweise eine Passwortänderung, möglich.

12.7.7 Einrichten 3D-Drucker 1



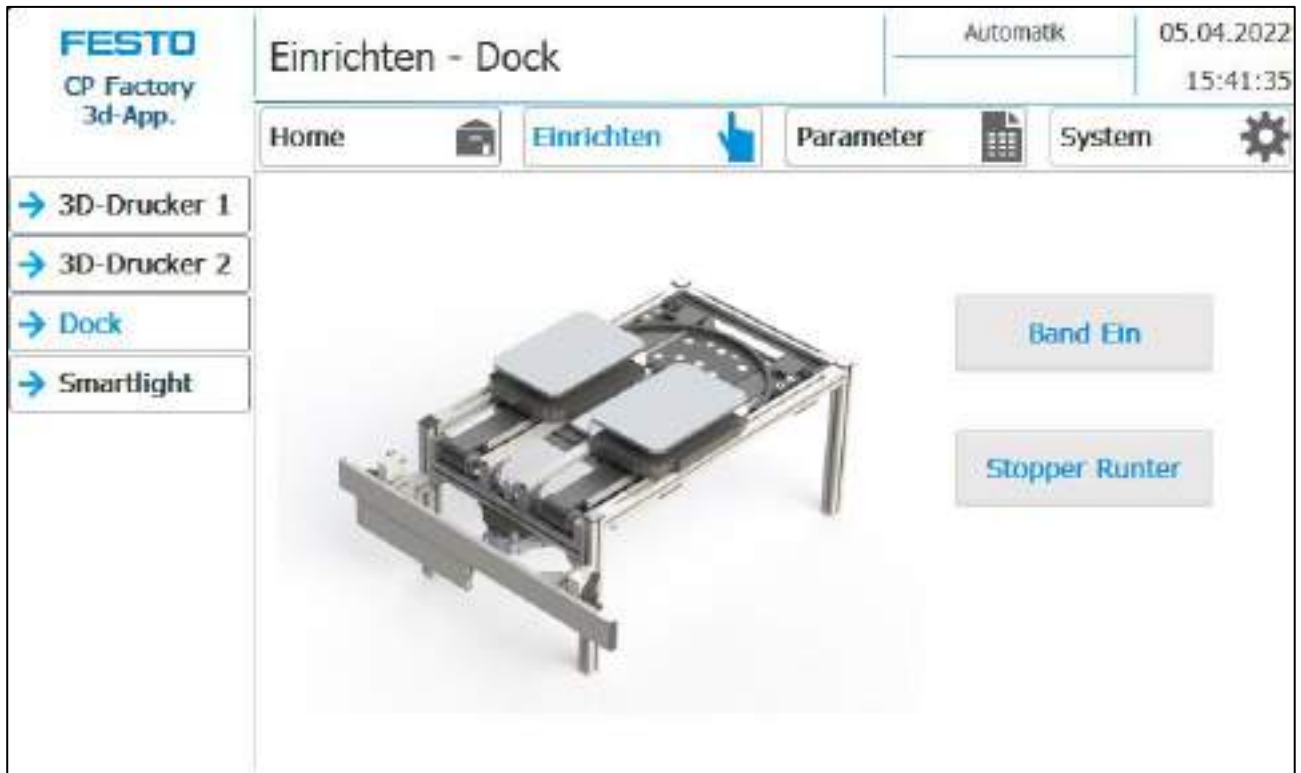
Im ersten Einrichtbild des 3D-Druckers lassen sich diverse Befehle wie „Filament wechseln“ oder „home Drucker“ ausführen. Zusätzlich lässt sich der Drucker mit einem Eingabefeld für GCode beliebig steuern.

12.7.8 Einrichten 3D-Drucker 2



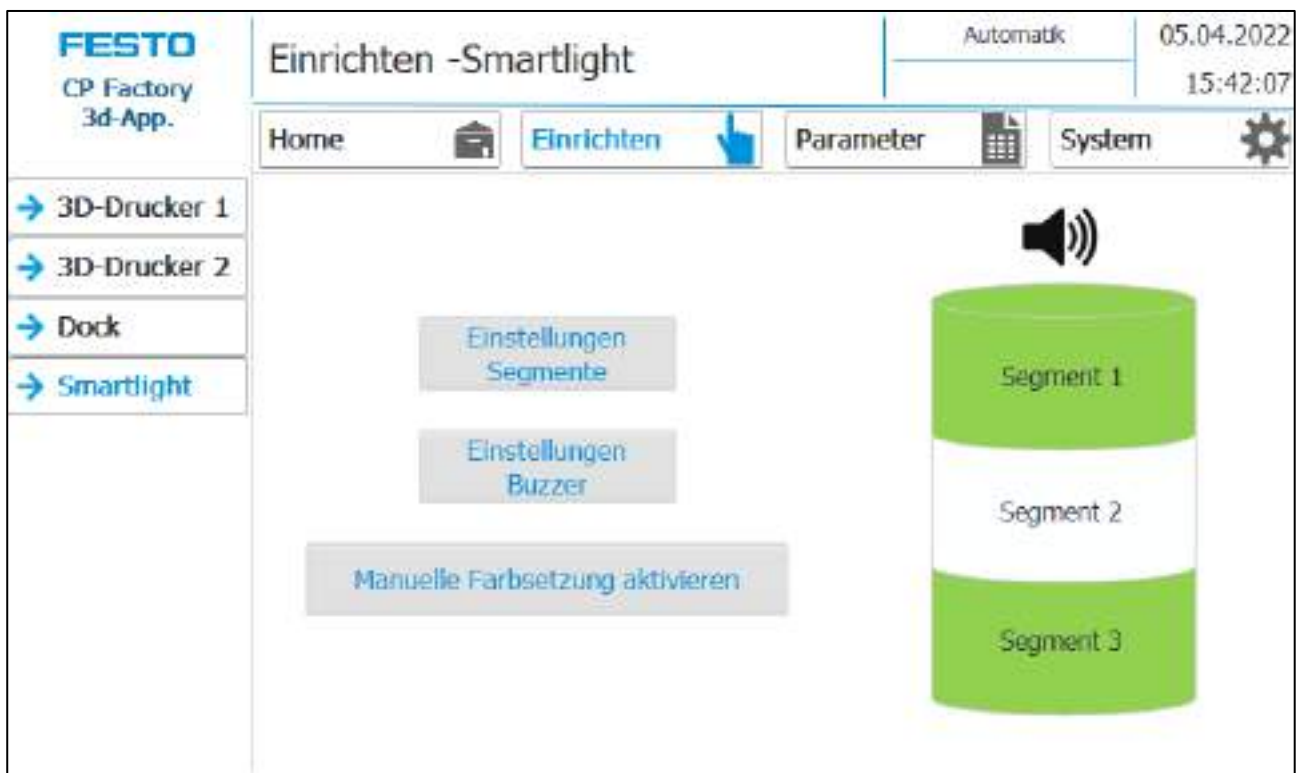
Im zweiten Einrichtbild des 3D-Druckers lassen sich alle Achsen des 3D-Druckers steuern. Neben den normalen Koordinatenachsen lässt sich ebenfalls die E-Achse, also der Extruder steuern.

12.7.9 Einrichten Dock



Über das Einrichtbild der Dockingstation lassen sich das Förderband und der Stopper manuell steuern.

12.7.10 Einrichten – Smartlight



Im zweiten Einrichtbild der Signalleuchte lassen sich die Segmente und der Summer manuell steuern. Ausserdem können hier die Parameterdaten des Smartlight verändert werden (einzelne PopUps). So ist es Beispielsweise möglich die Summerlautstärke einzustellen.

12.7.11 Parameter – Applikation

Dieses Bild ist noch unbenutzt. Ziel ist es in diesem Bild später Parameter, die bei einer Auftragsabwicklung Einfluss haben, einzustellen. Dies könnte beispielsweise die Wartezeit sein, wie lange der Drucker nach einem Auftrag beheizt bleibt.

12.7.12 System – Einstellungen



Hier lassen sich die Ressourcen und MES-Daten einstellen. Zusätzlich sind hier allgemeine Einstellungsmöglichkeiten für das HMI zu finden.

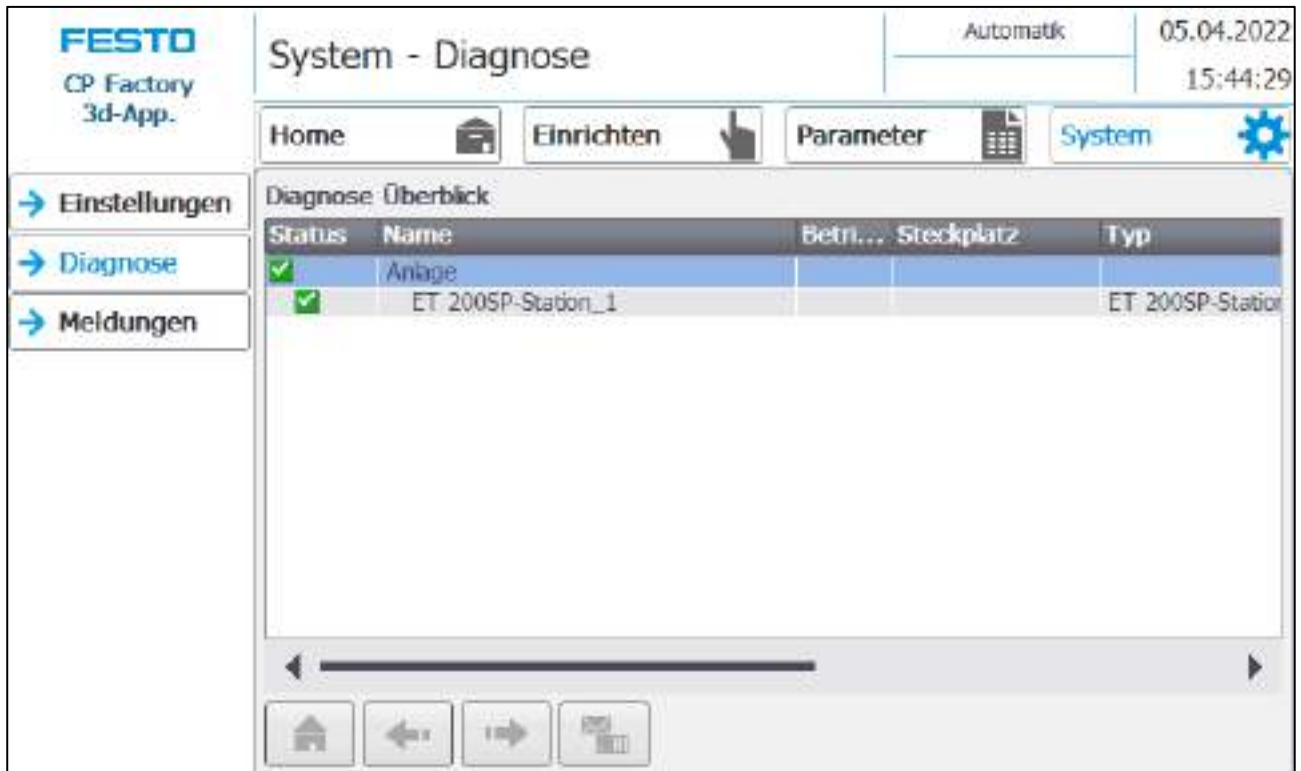
Da die MES-Daten essenziell für den Betrieb sind, können diese nur durch Benutzer mit „Überwachen“ Berechtigung verändert werden

Anmeldedaten:

User: festo

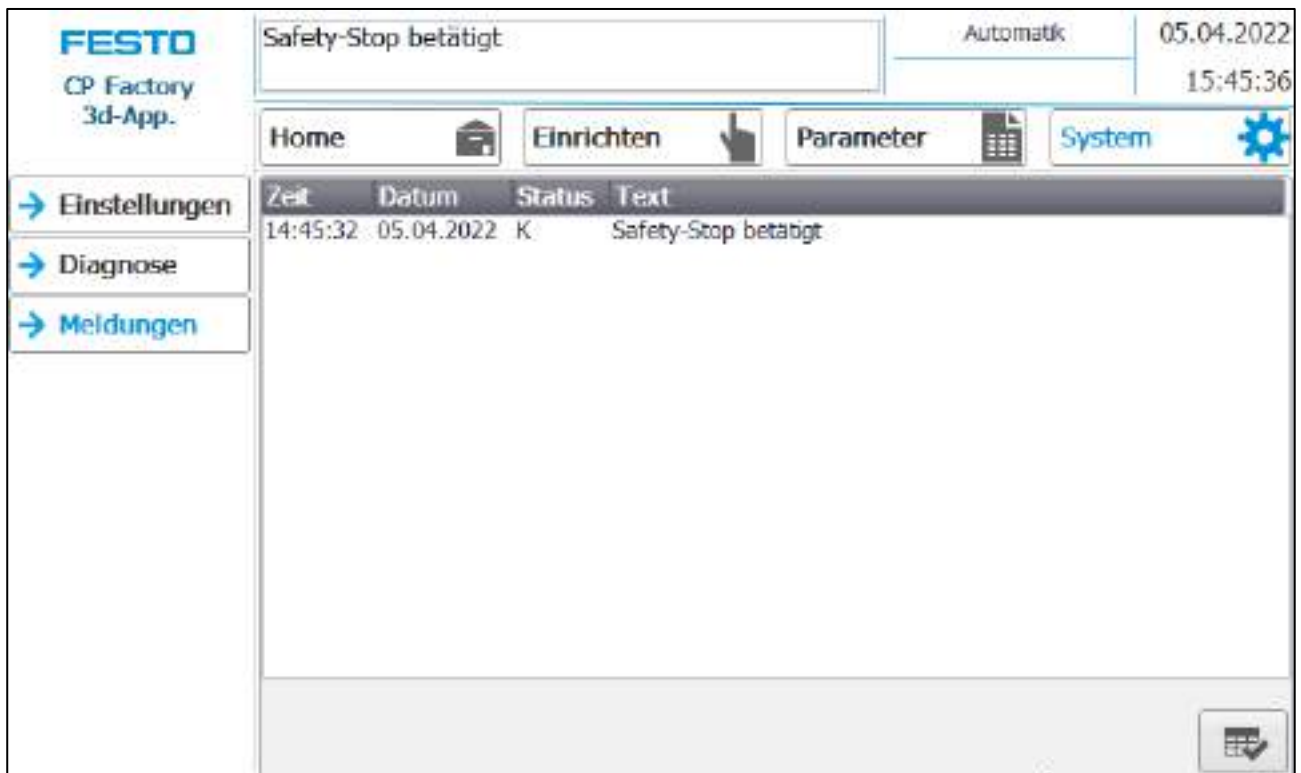
PW: 100

12.7.13 System – Diagnose



Hier lassen sich die Hardwarezustände der im TIA-Portal projektierten Geräte auslesen.

12.7.14 System – Meldungen



Hier lassen sich die Meldungen, welche im aktiven Zustand statt dem aktuellen Bildnamen angezeigt werden, aufrufen und gegebenenfalls quittieren.

12.8 Smartlight

<i>Segment</i>	<i>Farbe</i>	<i>Blinkend</i>	<i>Bedeutung</i>
Segment 1 Betriebsart	Weiss	Nein	Idle / keine Betriebsart aktiv
	Grün	Nein	Auto-Betrieb
	Gelb	Nein	Einrichtbetrieb
	Gelb	Ja	Richten
Segment 2 Auftragsabwicklung	Weiss	Nein	Idle / kein Auftrag vorhanden
	Gelb	Nein	Druckauftrag vorhanden / wird ausgeführt
	Grün	Ja	Station besetzt (Ressource ist im MES auf „Busy“)
	Grün	Nein	Auftragsabwicklung im Fertigungsmodul (Roboter aktiv)
Segment 3 Anlagenzustand Sicherheit	Gelb	Nein	Nicht alle Geräte verfügbar
	Grün	Ja	Alle Geräte verfügbar
	Grün	Nein	Alle Geräte betriebsbereit
	Rot	Ja	Safety-Stop aktiv
	Rot	Nein	Emergency-Stop aktiv

Hinweis: treten mehrere Zustände desselben Segmentes gleichzeitig auf, so hat das untere Priorität.

Beispiel: Sind nicht alle Geräte verfügbar und der Not-Halt ist aktiviert, so leuchtet das Segment 3 Rot.

12.9 Fehlerquellen

1. *Nach Aufstarten der Anlage bleiben Betriebswahl-Buttons ausgegraut / Die Anlage lässt sich nicht Richten.*

Um den Richtprozess starten zu können müssen alle Geräte verfügbar sein. Leuchtet das 3. Segment dauerhaft Gelb, so ist mindestens ein Gerät nicht verfügbar. Unter „Home - Übersicht“ lässt sich das Problem per HMI genauer lokalisieren (unter Status Anlagenteile sollten alle Geräte verfügbar = Grün sein).

- Ist der Roboter nicht verfügbar, so ist zu überprüfen, ob dieser im Auto-Mode ist (Schlüsselschalter AUTO/MAN am Controller).
- Ist das MES nicht verfügbar, so sind die Angaben zu Ports und IP-Adresse unter „System – Einstellungen“ zu überprüfen.

2. *Das Richten dauert ewig beziehungsweise wird nicht abgeschlossen.*

Der Richtprozess wird abgeschlossen, wenn alle Geräte (Betriebs)-bereit sind und das 3. Segment Grün leuchtet. Unter „Home – Übersicht“ lässt sich das Problem per HMI genauer lokalisieren (unter Status Anlagenteile sollten alle Geräte bereit = Grün sein).

- Ist der Roboter nicht bereit, so erscheint das Problem in den Meldungen des FlexPendants (Benutzeroberfläche des Roboters).
- Ist das CPS-Gate nicht bereit, liegt noch ein Fehler oder eine zu quittierende Fehlermeldung vor.

Diese Meldung lässt sich in der Weboberfläche des CPS-Gates oder unter „Home -Dock“ quittieren-

3. *Die Anlage lässt sich nicht mehr Steuern / Betriebsartauswahl ist nichtmehr möglich*

Die Anlage ist so programmiert, dass bei einer Betriebsauswahl auf das Feedback vom CPS-Gate gewartet wird. Ist die Kommunikation zwischen CPS-Gate und der ET 200SP (Siemens SPS) unterbrochen, ist die Funktion der Anlage stark eingeschränkt.

- Kontrollieren ob Kommunikationspartner Ein und in Betrieb sind
- Raspberry Pi neustarten