Requirements / Design and Test Dokumentation

(RDT)

Version 1.0

ESEP – Praktikum – SoSe 2024

Team – ESEP-1.2

Mjawaz, Yousef, 2636830, yousef.mjawaz@haw-hamburg.de

Althiab, Hadi, 2637134., hadi.althiab@haw-hamburg.de

Shaya, Hussam, 2552404., hussam.shaya@haw-hamburg.de

Shahrour, Samer, 2587833, samer.shahrour@haw-hamburg.de

Khalifeh, Kamal, 2608231, kamal.khalifeh@haw-hamburg.de

Inhaltsverzeichnis:

[1 Teamorganisation 4](#_Toc168520162)

[1.1 Verantwortlichkeiten 4](#_Toc168520163)

[1.2 Absprachen 4](#_Toc168520164)

[1.3 Repository-Konzept 4](#_Toc168520165)

[2 Projektmanagement 5](#_Toc168520166)

[2.1 Prozess 5](#_Toc168520167)

[2.2 Projektorganisation 5](#_Toc168520168)

[2.3 Risiken 5](#_Toc168520169)

[2.4 Qualitätssicherung 5](#_Toc168520170)

[3 Problemanalyse 5](#_Toc168520171)

[3.1 Analyse des Kundenwunsches 5](#_Toc168520172)

[3.1.1 Stakeholder 5](#_Toc168520173)

[3.1.2 Anforderungen 5](#_Toc168520174)

[3.1.3 Use Cases 7](#_Toc168520175)

[3.2 Anlage: Analyse der technischen Gegebenheiten 8](#_Toc168520176)

[3.2.1 Technischer Aufbau und Hardwarekomponenten 8](#_Toc168520177)

[3.3 GPIO 10](#_Toc168520178)

[3.3.1 Werkstücke 10](#_Toc168520179)

[3.4 Softwareebene 11](#_Toc168520180)

[3.4.1 Systemkontext der Software 11](#_Toc168520181)

[3.4.2 Schnittstellen: Nachrichten und Signale 11](#_Toc168520182)

[4 Software-Design 14](#_Toc168520183)

[4.1 Software Architektur 14](#_Toc168520184)

[4.2 Verhaltensmodellierung 16](#_Toc168520185)

[5 Implementierung: Besonderheiten 17](#_Toc168520186)

[6 Qualitätssicherung 18](#_Toc168520187)

[6.1 Teststrategie 18](#_Toc168520188)

[6.2 Testszenarien/Abnahmetest 18](#_Toc168520189)

[6.3 Testprotokolle und Auswertungen 21](#_Toc168520190)

[7 Technische Schulden 22](#_Toc168520191)

[8 Lessons Learned 22](#_Toc168520192)

[9 Anhang 22](#_Toc168520193)

[9.1 Glossar 22](#_Toc168520194)

[9.2 Abkürzungen 22](#_Toc168520195)

[9.3 Offene Fragen 22](#_Toc168520196)

[10 Remote Control: 23](#_Toc168520197)

# Teamorganisation

## Verantwortlichkeiten

|  |  |
| --- | --- |
| Verantwortlichkeit | Person/en |
| *MQTT (Broker & Oberfläche)* | *Hussam* |
| *Interrupts (Konzept, Code & Test)*  *Encoder (Konzept, Code & Test)*  *Dispatcher (Konzept, Code & Test)*  *Message Passing (Konzept, Code & Test)*  *QNet (Konzept, Code & Test)*  *FSMs Modellierung* | *Hadi,*  *Samer,*  *Yousef* |
| *Gtests* | *Kamal* |

## **Absprachen**

* Sonntags Online-Meeting via Discord ab 11 Uhr
* Terminabsagen müssen frühzeitig in der WhatsApp-Gruppe angekündigt werden.

## Repository-Konzept

Ein Bild, das Text, Screenshot, Reihe, Schrift enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Wie in der Vorlesung gezeigt: Es wird ein Main Branch geben, auf dem eine Lauffähige Version zu finden ist. Ein anderer Branch ist der Development Branch, auf dem Features und deren Integration getestet werden.

Diese beiden Branches sind online im Git-Repository verfügbar. Es werden aber auch andere lokale Branches vorhanden sein, auf denen Features aktiv implementiert und überarbeitet werden. Wenn ein Feature fertig implementiert wurde, dann wird dieser auf den Development Branch gemerged.

# Projektmanagement

## Prozess

## Projektorganisation

## Risiken

## Qualitätssicherung

* Beim Bearbeiten dieses Dokuments benutzt jedes Teammitglied eine andere Farbe für seinen selbstgeschriebenen Text. Erst wenn die Mehrheit der Teammitglieder diesen Text gelesen hat und mit dem Inhalt einverstanden ist, wird dieser Text in die Farbe schwarz umgewandelt.
* Es wurde auf eine Sprache beim Codieren geeignet: Englisch.

# Problemanalyse

## Analyse des Kundenwunsches

### Stakeholder

|  |  |
| --- | --- |
| Stakeholder | Interessen |
| HAW | Die Anlagen sollen nicht kaputt gehen |
| Prof. Lehmann/ Enrico | Die Aufgabe muss erfüllt sein. Damit das Team die PVL bekommt. |

### Anforderungen

|  |  |
| --- | --- |
| Nr. / ID | Beschreibung |
| **R1: Sortieren** | R1.1: Das System muss WPs voneinander unterscheiden können. |
| R1.2: Reihenfolge: mit Bohrung mit Metall → mit Bohrung mit Metall → flaches Werkstück (12) |
| R1.3: Aussortierte WPs (defekte oder nicht in der richtigen Reihenfolge) fallen in die Rutsche. (16,18) |
| R1.4: Wenn FB1 nicht aussortieren kann, dann soll auf FB2 versucht werden zu sortieren. (17) |
| R1.5: wird auf dem FB2 ein anderes WP oder eine andere Höhe erkannt als auf FB1, so soll das WP aussortiert werden. (19) |
| R1.6: Daten, wie WP-ID, Typ und mittlere Höhe in mm vom WP sollen erfasst werden. (28-31) |
| R1.7: Der Typ von einem WP ist im Regalfall am Ende von FB1 bekannt. (33) |
| R1.8: Das System vergibt WP-ID am Anfang von FB1.(32) |
| **R2: Förderband** | R2.1: WPs können gelegt werden, wenn der Anfang vom FB1 frei ist. (21) |
| R2.2: Transport auf beiden Laufbändern erfolgt während Höhenmessung nur langsam. (24) |
| R2.3: Es darf kein WP vom FB fallen. (25) |
| R2.4: Laufbänder stoppen, wenn kein WP darauf ist. (34) |
| R2.5: Laufbänder stoppen, wenn ein Fehler auftritt (Siehe R5). |
| R2.6: FB2 stoppt, wenn ein WP am Ende von FB2 ankommt (WP bleibt auf FB2). (28\_0) |
| R2.7: Möglichst höher Durchsatz an WPs soll erreicht werden. (35) |
| **R3: Anzahl WPs** | R3.1: Mehrere WPs dürfen sich auf FB1 befinden. (22) |
| R3.2 Es darf sich maximal ein WP auf FB2 befinden. (23) |
| **R4: Ampel, LEDs, Signalisierung** | Es muss an der jeweiligen Rutsche signalisiert werden, wenn:   * R4.1: Betreibzustand läuft **(Ampel Grün dauerhaft)**. (73) * R4.2: Service-Mode gestartet wurde **(Ampel Grün blinkend)**. (74) * R4.3 Warnungen auftreten **(Ampel Gelb)**. (Siehe R5) (75) * R4.4: Fehler auftreten **(Ampel Rot).** (Siehe R5, R8) |
| **R5: Fehler/Warnung Erfassung** | Es gibt einen Fehler, wenn:   * R5.1: Beide Rutschen voll sind und ein notwendiges Aussortieren ist nicht mehr möglich ist. (56) * R5.2: Ein WP verschwindet. (54) * R5.3: Ein WP wird außerhalb des Anfangsbereiches hinzugefügt. (55) * R5.4: der Mindestabstand zwischen den WPs nicht eingehalten wurde. * R5.5: mehrere WPs sich auf dem FB2 befinden.   Es gibt eine Warnung, wenn:   * R5.6: eine Rutsche voll ist oder wenn beide Rutschen voll sind. |
| **R6: Bedientaster** | R6.1: **Start**: in Betriebszustand wechseln (wenn kurz gedrückt).(62)In Service-Mode wechseln (wenn lange gedrückt) -> Selbsttest/Kalibrierung. (61) |
| R6.2: **Stop**: in Ruhezustand wechseln (62), wenn kein Fehler oder Warnung (63). |
| R6.3: **Reset**: Fehlerquittierung. (64) |
| R6.4: **E-Stop**: Die beiden Anlagen stehen still (65), bis der E-Stopp-Schalter herausgezogen und dann der Reset-Taster gedrückt wurden (67). |
| **R7: Remote Control** | R7.1: Die Anlage soll mit einem Remote-System gesteuert und überwacht werden (105). |
| R7.2: Die Kommunikation soll auf MQTT basieren (107). |
| R7.3: Die Remote-Control-Anwendung soll eine graphische Oberfläche haben (108). Entweder eine native Anwendung oder eine Browser Anwendung (109). |
| R7.2: Die Button-Panel beider Anlagen ist in der Oberfläche sichtbar und benutzbar (107). |
| R7.3: Relevante Informationen (z.B. Konsolen ausgaben, volle Rutsche) sollen auch in der Anwendung ausgegeben werden (111-112). |
| **R8: Fehlerzustände** | R8.1: Kein Fehler -> Rote Lampe aus (89). |
| R8.2: Wenn ein Fehler neu auftritt, geht die Anlage in den Zustand „Anstehend unquittiert“ -> rote Lampe blinkt schnell (1 HZ) (78). Bis Reset-Taste gedrückt wurde (79) |
| R8.3: Wenn die Anlage im Zustand „Anstehend unquittiert“ ist und der Reset-Taster gedrückt wurde, geht die Anlage in den Zustand „Anstehend quittiert“ -> rote Lampe leuchtet dauerhaft (91). |
| R8.4: Wenn ein Fehler automatisch vom System behoben wird, dann geht die Anlage in den Zustand „Gegangen unquittiert“ -> rote Lampe blinkt langsam (0.5 Hz) (92), bis Reset-Taste gedrückt wurde (85) |

### Use Cases

|  |  |
| --- | --- |
| **Titel** | Prüfprozess eines Werkstückes |
| **ID** | U1 |
| **Akteure** | Kunde, WP, Anlage |
| **Ziel** | Es wird überprüft, ob ein WP bei LBE2 vom Roboter entnommen werden kann. |
| **Auslöser** | Der Kunde legt ein WP bei LBB1 |
| **Vorbedingung** | beide Anlagen laufen fehlerfrei. Anlagen sind im Betriebszustand, kein WP befindet sich auf FB1/2. |
| **Nachbedingung** | Das Werkstück ist entweder aussortiert oder vom Roboter entnommen worden. |
| **Erfolgsszenario** | 1. Kunde legt ein WP bei LBB1. 2. Das WP bekommt eine ID vom System zugewiesen. 3. WP kommt beim HS an und FB1 wird langsamer 4. HS fängt an, Daten über WP zu erfassen. 5. WP kommt bei LBHS1 an und unterbricht diese. 6. Das WP kommt beim MS an. 7. MS fängt an, Daten über WP zu erfassen 8. WP kommt bei LBS1 und unterbricht diese. 9. Das System prüft die vorher gemessenen Daten (in Schritt 7 und 4): Sind sie gültig? Wenn weiter mit 10, sonst mit 15. 10. Die Weiche öffnet sich und WP kommt bei LBE1 an und unterbricht diese. 11. FB1 teilt FB2 mit, dass ein WP weiter transportiert wird. 12. FB2 läuft und FB1 stoppt, wenn sich keine weiteren WPs drauf befinden. 13. Wiederhole Schritte 3-10 auf Anlage 2 14. FB2 stoppt und Roboter entnimmt das WP -> Ende 15. Weiche/Auswerfer schiebt WP in die Rutsche und LBC wird unterbrochen. 16. Wiederhole Schritte 1-9. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Titel** | Prüfung des E-Stopp-Schalters |
| **ID** | U2 |
| **Akteure** | Kunde, WP, Anlage, E-Stopp-Schalter |
| **Ziel** | Es wird überprüft, ob alle Anlagen nach Betätigung des E-Stopp-Schalters ordnungsgemäß stillstehen und ob sie nach Betätigung der Reset-Taste an allen Anlagen wieder in den Betriebszustand versetzt werden können. |
| **Auslöser** | Der Kunde drückt den E-Stopp-Schalter |
| **Vorbedingung** | Alle Anlagen laufen fehlerfrei. |
| **Nachbedingung** | Alle Anlagen stehen still, bis der E-Stopp-Schalter herausgezogen und der Rest-Taster an allen Anlagen gedrückt wurde |
| **Erfolgsszenario** | 1. Kunde zieht zu einem beliebigen Zeitpunkt den E-Stopp-Schalter an einer beliebigen Anlage. 2. Die Anlage, deren Schalter gezogen wurde, informiert die andere Anlage über das Ereignis 3. Alle Anlagen kommen zum Still zustand 4. Alle grünen Lampen gehen aus und die roten Lampen fangen an zu blinken (Mit einer Frequenz von 1HZ) 5. Kunde zieht den E-Stopp-Schalter heraus und die Roten Lampen blinken nun mit einer Frequenz von 0,5 Hz 6. Der Kunde drückt den Reset-Taster an allen Anlagen und die roten Lampen erlöschen. 7. Anlagen wechseln in den Betriebszustand, dabei werden die Grünen Lampen wieder aktiviert. |

|  |  |
| --- | --- |
| **Titel** | WP kommt in die Rutsche |
| **ID** | U3 |
| **Akteure** | Kunde, WP, Anlage |
| **Ziel** | Es wird überprüft, ob ein defektes oder unzulässiges WP in die Rutsche kommt. |
| **Auslöser** | Der Kunde legt ein defektes oder unzulässiges WP bei LBB1 |
| **Vorbedingung** | Alle Anlagen laufen fehlerfrei und ein defektes oder unzulässiges WP wird auf dem FB1 gelegt. |
| **Nachbedingung** | Das WP kommt in die Rutsche |
| **Erfolgsszenario** | 1. Der Kunde legt ein defektes oder unzulässiges WP bei LBB1 2. Das WP wird bis HS1 transportiert. 3. Die Datenerfassung fängt an (und das System analysiert sie) 4. Das WP unterbricht LBH1 5. Das WP wird zu MS transportiert und MS prüft, ob das WP ein Metalleinsatz enthält 6. Das WP wird weiter zu LBS1 transportiert 7. Das WP kann zu keinem der vordefinierten Werkstückarten zugeordnet. 8. Die Weiche bleibt geschlossen und WP geht auf die Rutsche |

## Anlage: Analyse der technischen Gegebenheiten

### Technischer Aufbau und Hardwarekomponenten

Pro Anlage:

* FB: kann vor- und rückwärts fahren.
* Rutsche: beinhaltet Platz für max. 4 Werkstücke
* LEDs:
  + 2 LEDs (Q1, Q2) -> zur Signalisierung, Funktion steht noch nicht fest
  + 2 Taster-LEDs
  + 24 LEDs (auf dem Board) 12 sind für Output und 12 sind für Input gedacht, um die laufenden Funktionen der Anlange anzuzeigen
* Sensoren (5 LBs, HS, MS): zur Erfassung von Daten über die WKs (Position, Höhe, Metalleinsatz)
  + LBH: ist nicht zuverlässig (kann mit einem stück Plastik unterbrochen werden kann)

-> darf nicht benutzt werden

* + HS: hat Rauschen
* Ampel (Rot, Gelb, Grün): zur Signalisierung von Zuständen/Warnungen. Mehrere Lampen können gleichzeitig leuchten.
* Tasten (Start, Stopp, Reset): zur Steuerung der Anlage -> s. R6
* E-Stopp: zum sofortigen Stoppen der Anlagen im Notfall.
* Aussortierer: dient der Aussortierung der WPs -> darf nicht minuten-lang aktiviert sein.

Ein Bild, das Diagramm, Plan, Design enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

A close-up of a computer

Description automatically generated

## GPIO

Es gibt pro GPIO 32 pins.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | LED | D | BIT | Funktion | HEX |
| GPIO:1 | OUT0 | 1 | 12 | Motor Rechtslauf | 0x0000\_1000 |
|  | OUT1 | 2 | 13 | Motor Linkslauf | 0x0000\_2000 |
|  | OUT2 | 3 | 14 | Motor langsam | 0x0000\_4000 |
|  | OUT3 | 4 | 15 | Motor Stop | 0x0000\_8000 |
|  | OUT4 | 5 | 16 | Rote Lampe an | 0x0001\_0000 |
|  | OUT5 | 6 | 17 | Gelbe Lampe an | 0x0002\_0000 |
|  | OUT6 | 7 | 18 | Grüne Lampe an | 0x0004\_0000 |
|  | OUT7 | 8 | 19 | Weiche öffnen | 0x0008\_0000 |
| GPIO:2 | OUT8 | 9 | 2 | LED Taste Start | 0x0000\_0004 |
|  | OUT9 | 10 | 3 | LED Taste Reset | 0x0000\_0008 |
|  | OUT10 | 11 | 4 | Signalleuchte Q1 | 0x0000\_0010 |
|  | OUT11 | 12 | 5 | Signalleuchte Q2 | 0x0000\_0020 |
| GPIO:0 | IN0 | 13 | 2 | WS im Einlauf // LBB | 0x0000\_0004 |
|  | ~~IN1~~ | ~~14~~ | ~~3~~ | ~~WS in Höhenmessung // LBH~~ | ~~0x0000\_0008~~ |
|  | IN2 | 15 | 4 | WS Höhe Ok | 0x0000\_0010 |
|  | IN3 | 16 | 5 | WS in Weiche // LBS | 0x0000\_0020 |
|  | IN4 | 17 | 7 | WS Metall // MS | 0x0000\_0080 |
|  | IN5 | 18 | 14 | Weiche offen | 0x0000\_4000 |
|  | IN6 | 19 | 15 | Rutsche voll // LBC | 0x0000\_8000 |
|  | IN7 | 20 | 20 | WS im Auslauf // LBE | 0x0010\_0000 |
|  | IN8 | 21 | 22 | TasteStart | 0x0040\_0000 |
|  | IN9 | 22 | 23 | TasteStop | 0x0080\_0000 |
|  | IN10 | 23 | 26 | TasteReset | 0x0400\_0000 |
|  | IN11 | 24 | 27 | E-Stop | 0x0800\_0000 |

### Werkstücke

Um zwischen den Werkstücken zu unterscheiden, werden mehrere Sensoren benutzt wie z.B. Ein HS und ein MS. Die Messdat4en müssen vernünftig erfasst, kombiniert und interpretiert werden.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Durchmesser | Höhe | Bohrung - Tiefe | Bohrung - Durchmesser |
| Flache WPs | 40mm | 21mm | ❌ | ❌ |
| hohe WPs ohne Bohrung | 40mm | 25,0-25,4 mm | ❌ | ❌ |
| Hohe WPs mit Bohrung und Metalleinsatz | 40mm | 25,0-25,4 mm | 15,8 – 16,4 mm | 14,5-14,8 mm  Bereite-Metallring: 3,5mm |
| Hohe WPs mit Bohrung ohne Metalleinsatz - ALT | 40mm | 25,0-25,4 mm | 15,8 – 16,4 mm | 14,5-14,8 mm |
| Hohe WPs mit Bohrung ohne Metalleinsatz - NEU | 40mm | 25,0-25,4 mm | 15,8 – 16,4 mm | 22mm |
| binär-codierte WPs | 40mm | 25mm | 3 -> 3 -> 6 -> 3 -> 3mm | 10 -> 6 -> 6mm |

Ein Bild, das Text, Screenshot, Diagramm, Rechteck enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

## Softwareebene

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Unterschiede zwischen den Anlagen | Anlage 1 | Anlage 2 |
| Mehrere WPs gleichzeitig | ✔️ | ❌ |
| Vergeben von WP-ID | ✔️ | ❌ |
| Überprüfung, ob WP eine ID hat | ❌ | ✔️ |
| WP stoppt bei LBE | ✔️, bis kein sich WP auf Anlage 2 befindet | ✔️, bis der Roboter das WP entnimmt |

### Systemkontext der Software

### Schnittstellen: Nachrichten und Signale

|  |  |
| --- | --- |
| Trigger/Events, die durch A1 erzeugt werden können | Bedeutung |
| M1\_LBB\_BLOCKED | Anlage 1: Lichtschranke am Anfang blockiert |
| M1\_LBB\_FREE | Anlage 1: Lichtschranke am Anfang frei |
| M1\_LBS\_BLOCKED | Anlage 1: Lichtschranke am Aussortierer blockiert |
| M1\_LBS\_FREE | Anlage 1: Lichtschranke an Aussortierer frei |
| M1\_LBC\_BLOCKED | Anlage 1: Lichtschranke an der Rutsche blockiert |
| M1\_LBC\_FREE | Anlage 1: Lichtschranke an der Rutsche frei |
| M1\_LBE\_BLOCKED | Anlage 1: Lichtschranke am Ende blockiert |
| M1\_LBE\_FREE | Anlage 1: Lichtschranke am Ende frei |
| M1\_START\_PRESSED | Anlage 1: Start gedrückt |
| M1\_START\_RELEASED | Anlage 1: Start nicht mehr gedrückt |
| M1\_STOP\_PRESSED | Anlage 1: Stop gedrückt |
| M1\_STOP\_RELEASED | Anlage 1: Stop nicht mehr gedrückt |
| M1\_RESET\_PRESSED | Anlage 1: Reset gedrückt |
| M1\_RESET\_RELEASED | Anlage 1: Zurücksetzen nicht mehr gedrückt |
| M1\_ESTOP\_PRESSED | Anlage 1: Not-Aus gedrückt |
| M1\_ESTOP\_RELEASED | Anlage 1: Not-Aus nicht mehr gedrückt |
| M1\_IN\_HIGHT\_MEASUREMENT | Anlage 1: In Höhenmessung |
| M1\_LEFT\_HIGHT\_MEASUREMENT | Anlage 1: Höhenmessung verlassen |
| M1\_METAL\_DETECTED | Anlage 1: Metall erkannt |

|  |  |
| --- | --- |
| Trigger/Events, die durch A2 erzeugt werden können | Bedeutung |
| M2\_LBB\_BLOCKED | Anlage 2: Lichtschranke am Anfang blockiert |
| M2\_LBB\_FREE | Anlage 2: Lichtschranke am Anfang frei |
| M2\_LBS\_BLOCKED | Anlage 2: Lichtschranke am Aussortierer blockiert |
| M2\_LBS\_FREE | Anlage 2: Lichtschranke am Aussortierer frei |
| M2\_LBC\_BLOCKED | Anlage 2: Lichtschranke an der Rutsche blockiert |
| M2\_LBC\_FREE | Anlage 2: Lichtschranke an der Rutsche frei |
| M2\_LBE\_BLOCKED | Anlage 2: Lichtschranke am Ende blockiert |
| M2\_LBE\_FREE | Anlage 2: Lichtschranke am Ende frei |
| M2\_START\_PRESSED | Anlage 2: Start gedrückt |
| M2\_START\_RELEASED | Anlage 2: Start nicht mehr gedrückt |
| M2\_STOP\_PRESSED | Anlage 2: Stop gedrückt |
| M2\_STOP\_RELEASED | Anlage 2: Stop nicht mehr gedrückt |
| M2\_RESET\_PRESSED | Anlage 2: Reset gedrückt |
| M2\_RESET\_RELEASED | Anlage 2: Zurücksetzen nicht mehr gedrückt |
| M2\_ESTOP\_PRESSED | Anlage 2: Not-Aus gedrückt |
| M2\_ESTOP\_RELEASED | Anlage 2: Not-Aus nicht mehr gedrückt |
| M2\_IN\_HIGHT\_MEASUREMENT | Anlage 2: In Höhenmessung |
| M2\_LEFT\_HIGHT\_MEASUREMENT | Anlage 2: Höhenmessung verlassen |
| M2\_METAL\_DETECTED | Anlage 2: Metall erkannt |

Ein Bild, das Text, Diagramm, Plan, technische Zeichnung enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

**E-Stop Funktionalität:**

Der E-Stop-Interrupt wird genauso wie andere Interrupts behandelt (siehe 5.1 Software-Architektur).

E-Stop-spezifische Behandlung:

* Der Encoder prüft das E-Stop-Pin als erstes. So wird die E-Stop-Pulse-Message als erstes an den Dispatcher geschickt.

Das hat zur Folge, dass die Anlagen darauf schneller reagieren.

Wenn der E-Stop gedrückt wird, stehen alle Anlagen still, bis der E-Stop herausgezogen wird und der Reset-Taster auf allen Anlagen gedrückt wird. Der Betrieb und die Reihenfolge der Werkstücke fangen dann wieder von neu an.

# Software-Design

## Software Architektur

Ein Bild, das Text, Diagramm, Screenshot, Plan enthält.

Automatisch generierte Beschreibung

Die Softwarearchitekturen SW1 und SW2 der Anlagen 1 und 2 sind nahezu identisch und unterscheiden sich lediglich in der Funktionsweise der FSMs. Beide Architekturen bestehen aus drei Hauptkomponenten: HAL, Logik und Kommunikation

- Die HAL kapselt die hardwarenahe Interaktion und beinhaltet die folgenden Klassen:

* Aktorik: Ermöglicht die Ansteuerung der Aktoren der jeweiligen Anlage (z.B. Förderband, Lampe).
* ISR: Bei Empfang eines Interrupts übermittelt die ISR den aktuellen Zustand des GPIO-0-Registers als Pulse-Nachricht an den Encoder.
* Encoder: Der Encoder analysiert diesen Zustand, identifiziert geänderte Pins und sendet für jeden der veränderten Pins eine separate Pulse-Nachricht an den Dispatcher. Diese Nachrichten enthalten sowohl die Pin-Nummer als auch die Art der Zustandsänderung (high-to-low oder low-to-high).

- Die Kommunikation ist für die interne und externe Kommunikation verantwortlich und umfasst:

* Dispatcher: Empfängt der Dispatcher eine Pulse-Nachricht vom Encoder, leitet er diese gezielt an die Komponenten weiter, die für die Verarbeitung solcher Nachrichten zuständig sind, wie beispielsweise Logik von SW1, Kommunikation von SW2.
* Receiver: Empfängt Signale vom Dispatcher der anderen Anlage und leitet diese an den Dispatcher seiner Anlage weiter.

- Die Systemlogik ist in mehreren Klassen unterteilt:

* FSMs (Finite State Machine): Die FSM-Klassen bilden die Zustandslogik des Systems ab. Sie definieren alle möglichen Zustände und steuern die Übergänge zwischen ihnen basierend auf Events, die vom Dispatcher empfangen werden.

- Der Remote-Controller verfügt über eine eigenständige Software, die es ihm ermöglicht, über die definierte Schnittstelle mit beiden Softwaresystemen zu kommunizieren.

## Verhaltensmodellierung

# Implementierung: Besonderheiten

* Motor-Steuerung:
  + PINs:
    - BLOCK (Höchste Priorität)
    - MOVE\_RIGHT (2. Höchste Priorität)
    - SLOW (3. Höchste Priorität)
  + FSMs:
    - E-Stop => Benötigt Zugriff auf allen PINs
    - Begin => Benötigt Zugriff auf PIN "MOVE\_RIGHT"
    - Hight Measurement => Benötigt Zugriff auf PIN "SLOW"
    - Switch => Steuert FB nicht
    - End => Benötigt Zugriff auf PIN "BLOCK"
* Die PINs werden von genau einer FSM gesteuert. Da die PINs-Prioritäten, sowie sie per default eingestellt sind, auch unserer Prioritäten entsprechen, sehen wir keine Probleme, die durch diesen Ansatz entstehen könnten.

Da die Anlagen nach einem E-Stop wieder von vorne anfangen müssen, stellt der Zugriff auf die PINs keine Probleme.

# Qualitätssicherung

## Teststrategie

## Testszenarien/Abnahmetest

|  |  |
| --- | --- |
| **T\_01** | Korrekte Werkstückreihenfolge auf dem Förderbandsystem überprüfen. |
| Requirements: | R1.1, R1.2, R1.7, R2.1, R2.2, R2.3, R2.4, R3.1, R4.2, R4.5 |
| Vorbedingungen: | Am Anfang des FB1 wird jeweils ein WP platziert und losgelassen, bevor das nächste WP aufgelegt wird. Dabei muss zwischen den WPs ein Mindestabstand eingehalten werden. LBB1 wird unterbrochen. Die Ampeln leuchten Grün. |
| Testsequenz | Warte auf WP -> FB1 fährt -> FB1 langsamer fährt -> WP bei HS1 -> WP bei MS1 -> Weiche 1 öffnen / Auswerfer1 wird nicht aktiviert -> WP am Ende des FB1 -> LBB2 wird unterbrochen -> FB1 stoppt -> FB2 fährt -> FB2 langsamer fährt -> WP bei HS2 -> WP bei MS2 -> Weiche2 öffnen -> WP am Ende des FB2 -> FB2 stoppt -> WP von Roboter entfernen |
| Input | Die WPs sollen am Anfang von FB1 platziert werden, in folgender Reihenfolge:  1.WP mit Bohrung mit Metall  2.WP mit Bohrung mit Metall  3.Flaches WP |
| Output | Am Ende von FB2 werden die WPs in folgender Reihenfolge ankommen:  1.WP mit Bohrung mit Metall  2.WP mit Bohrung mit Metall  3.Flaches WP |

|  |  |
| --- | --- |
| **T\_02** | WP nicht in der korrekten Reihenfolge platziert |
| Requirements: | R1.1, R1.3, R1.7, R2.1, R2.2, R2.4, R2.5, R3.1, R4.2 |
| Vorbedingungen: | Am Anfang des FB1 wird jeweils ein WP platziert und losgelassen, bevor das nächste WP aufgelegt wird. Dabei muss zwischen den WPs ein Mindestabstand eingehalten werden. LBB1 wird unterbrochen. Die Rutsche1 hat noch freie Plätze. Die Ampeln leuchten Grün. |
| Testsequenz | Testsequenz für das fehlerhafte WP:  Warte auf WP -> FB1 fährt -> FB1 fährt langsamer -> WP bei HS -> WP bei MS -> Weiche geschlossen bleiben / Auswerfer wird aktiviert -> WP in die Rutsche1 fallen |
| Input | Die WPs sollen am Anfang von FB1 platziert werden, in folgender Reihenfolge:  1.WP mit Bohrung mit Metall  2.WP mit Bohrung mit Metall  3.Beliebiges WP (aber nicht flaches WP)  4.Flaches WP |
| Output | Das 3. WP wird nach Prüfung durch HS1 und MS1 als falsch identifiziert. Die Weiche bleibt geschlossen/ Auswerfer wird aktiviert. WP fällt in die Rutsche 1 und wird von LB3 untergebrochen.  Am Ende von FB2 werden die WPs in folgender Reihenfolge ankommen:  1.WP mit Bohrung mit Metall  2.WP mit Bohrung mit Metall  3.Flaches WP |

|  |  |
| --- | --- |
| **T\_03** | Defektes WP |
| Requirements: | R1.1, R1.3, R1.7, R2.1, R2.2, R2.4, R2.5, R3.1, R4.2 |
| Vorbedingungen: | Ein defektes WP wird am Anfang von FB1 gelegt und losgelassen. LBB1 wird unterbrochen. Die Rutsche1 hat noch freie Plätze. Die Ampeln leuchten Grün. |
| Testsequenz | Warte auf WP -> FB1 fährt -> FB1 langsamer fährt -> WP bei HS -> WP bei MS -> Weiche geschlossen bleiben / Auswerfer wird aktiviert -> WP in die Rutsche1 fallen |
| Input | Defektes WP wird am Anfang vom FB1 platziert. |
| Output | Das defekte WP wird nach der Prüfung durch HS1 und MS1 als defekt identifiziert. Die Weiche bleibt geschlossen/ Auswerfer wird aktiviert. WP fällt in die Rutsche 1 und wird von LB3 untergebrochen. |

|  |  |
| --- | --- |
| **T\_04** | WP nicht in der korrekten Reihenfolge platziert, wenn Rutsche 1 belegt ist. |
| Requirements: | R1.1, R1.3, R1.4, R1.7, R2.1, R2.2, R2.4, R2.5, R3.1, R3.2, R4.2, R4.5 |
| Vorbedingungen: | Am Anfang des FB1 wird jeweils ein WP platziert und losgelassen, bevor das nächste aufgelegt wird. Dabei muss zwischen den WPs ein Mindestabstand eingehalten werden. LBB1 wird unterbrochen. Die Rutsche 1 hat keine freien Plätze mehr, aber in Rutsche2 sind noch freie Plätze verfügbar. Ampel1 leuchtet gelb und Ampel2 leuchtet Grün. |
| Testsequenz | Testsequenz für das fehlerhafte WP:  Warte auf WP -> FB1 fährt -> FB1 langsamer fährt -> WP bei HS1 -> WP bei MS1 -> Weiche1 öffnen / Auswerfer1 wird nicht aktiviert -> WP am Ende des FB1 -> LBB2 wird unterbrochen -> FB1 stoppt -> FB2 fährt -> FB2 langsamer fährt -> WP bei HS2 -> WP bei MS2 -> Weiche2 geschlossen bleiben / Auswerfer2 wird aktiviert. -> WP in die Rutsche2 fallen. |
| Input | Die WPs sollen am Anfang von FB1 platziert werden, in folgender Reihenfolge:  1.WP mit Bohrung mit Metall  2.WP mit Bohrung mit Metall  3.Beliebiges WP (aber nicht flaches WP)  4.Flaches WP |
| Output | Das WP wird nach Prüfung durch HS1 und MS1 und als falsch identifiziert. Die Weiche öffnet/ Auswerfer wird nicht aktiviert, da es keine freien Plätze mehr in der Rutsche1. Auf dem FB2 passieren die gleichen Schritte wie auf FB1 bisher, dass das WP in die Rutsche2 fällt und von LBC2 untergebrochen wird.  Am Ende von FB2 werden die WPs in folgender Reihenfolge ankommen:  1.WP mit Bohrung mit Metall  2.WP mit Bohrung mit Metall  3.Flaches WP |

|  |  |
| --- | --- |
| **T\_05** | Ungültige WP-Position |
| Requirements: | R1.6, R2.2, R2.5, R3.1, R3.2, R5.3 |
| Vorbedingungen: | Das FB1 / FB2 ist am Laufen. Ein beliebiges WP wird zwischen LBB1 und HS1 gelegt und losgelassen. LBB1 wird nicht unterbrochen. Die Rutsche1 haben noch freie Plätze. Ampeln leuchten Grün. |
| Testsequenz | WP auflegen -> FB1 langsamer fährt -> WP bei HS1 -> Das Förderbandsystem stoppt und die Ampeln leuchten Rot |
| Input | Beliebiges WP wird zwischen den LBB1 vor HS1 gelegt, sodass LBB1 nicht unterbrochen wird. |
| Output | Wenn FB1 fährt und das WP bei HS1 ist, es wird erkannt wird, dass es für WP keine ID existiert, da das WP nicht von der LBB1 registriert wird und das Förderbandsystem gestoppt wird. |

|  |  |
| --- | --- |
| **T\_06** | Beide Rutschen sind voll |
| Requirements: | R1.1, R1.3, R2.1, R2.2, R2.3, R2.5, R3.1, R4.2, R4.5, R5.1 |
| Vorbedingungen: | Ein fehlerhaftes WP wird am Anfang von FB1 gelegt und losgelassen. LBB1 wird unterbrochen. Die beiden Rutschen sind voll (beide Rutschen enthalten 4 WPs). Die Ampeln leuchten Gelb. |
| Testsequenz | Warte auf WP -> FB1 fährt -> FB1 langsamer fährt -> WP bei HS1 -> WP bei MS1 -> FB1 und FB2 werden gestoppt / Ampeln Rot |
| Input | 1. Das WP, das mit Bohrung mit Metall oder flaches Werkstück in seiner Fehlerhafte Reihenfolge ist, am Anfang des FB1 auflegen. 2. Das defekte WP am Anfang des FB1 auflegen. |
| Output | Das WP wird nach Prüfung durch HS1 und MS1 und als falsch identifiziert. Deshalb werden die FB1 und FB2 gestoppt und die Ampeln leuchten Rot. |

## Testprotokolle und Auswertungen

# Technische Schulden

# Lessons Learned

# Anhang

## Glossar

## Abkürzungen

* WP/WPs -> Werkstück/Werkstücke (Workpiece)
* HS:
  + HS1 -> Höhensensor der ersten Anlage
  + HS2 -> Höhensensor der zweiten Anlage
* MS:
  + MS1 -> Metallsensor der ersten Anlage
  + MS2 -> Metallsensor der zweiten Anlage
* FB:
  + FB1 -> Förderband der ersten Anlage
  + FB2 -> Förderband von der zweiten Anlage
* LB:
  + LB -> Lichtschranke (Lightbarrier)
  + LBB: (Beginn)
    - LBB1 -> LB am Anfang der ersten Anlage
    - LBB2 -> LB am Anfang der zweiten Anlage
  + LBH:
    - LBH1 -> LB beim HS der ersten Anlage
    - LBH2 -> LB beim HS der ersten Anlage
  + LBS: (Switch)
    - LBS1 -> LB bei der Weiche der ersten Anlage
    - LBS2 -> LB bei der Weiche der zweiten Anlage
  + LBC: (Chute)
    - LBC1 -> LB bei der Rutsche der ersten Anlage
    - LBC2-> LB bei der Rutsche der zweiten Anlage
  + LBE: (End)
    - LBE1 -> LB am Ende der ersten Anlage
    - LBE2 -> LB am Ende der zweiten Anlage

## Offene Fragen

* Was ist damit gemeint? „Das gleiche Namensschema mit dem Postfix ”\_RDD” gilt für den Dateinamen von Ihrem RDD.“ (S. 8)
  + Am Ende jeder Datei den Präfix „\_1\_2“ schreiben (für Praktikumsgruppe 1 Team 2)
* Es gibt keine User Stories -> wie Stakeholder?
  + Profs, Studenten, HAW
* Lampe: was sind Warnungen?
  + kein Eingriff vom Bediener notwendig, z.B.: volle Rutsche führt zu einer Warnung
* was ist Service Mode?
  + Selbsttest, Kalibrierungsmodus
* Was passiert nach dem die korrekte Reihenfolge einmal durchgelassen wurde?
  + Die Anlangen arbeiten weiter und die Reihenfolge wiederholt sich
* Wenn beide Rutschen voll sind und ein defektes WP erkannt wurde, soll der Bandstopp dann erfolgen, wenn das WP auf FB1 oder FB2 ist?
  + Auf FB2, da in der Zwischenzeit ein WP von Rutsche2 entfernt werden könnte und somit wieder Platz für das Aussortieren des defekten WP frei wäre.
* Was passiert, wenn die Anlagen fehlerfrei laufen und die Reset-Taste gedrückt wurde?
  + Nichts -> Reset-Taste ist nur bei Fehlerzuständen notwendig um einen Fehler zu quittieren.
* Was passiert, wenn die Anlagen wieder in den Betriebszustand wechseln, nachdem die Stop-Taste gedrückt wurde? Sollen sie weiter machen, wo sie aufgehört haben oder von neu anfangen?
  + Stop entspricht semantisch einer Pause -> nur an der jeweiligen Anlage wird pausiert, solange nichts Katastrophales (E-Stop) passiert -> Wenn danach wieder Start gedrückt wird, dann läuft die Anlage weiter.
  + E-Stop -> Zustände werden zurückgesetzt, WP werden entnommen. Reihenfolge wird neu anfangen -> Als hätte man die Anlagen komplett neu gestartet
* Was ist der Ruhezustand?
  + Anlagen sind an, aber Start-Taste wurde noch nicht gedrückt (Punkt Stop-Taste ist zu berücksichtigen).

# Remote Control:

A diagram of a remote control

Description automatically generated

Ziel:

Die Anlagen sollen von einem Remote-System gesteuert und überwacht werden. Die Kommunikation soll auf MQTT basieren und die Remote-Control-Anwendung soll eine graphische Oberfläche haben. Diese Oberfläche soll als Web-Anwendung realisiert werden.

Anforderungen:

1. MQTT-Kommunikation:

Die Kommunikation zwischen den Anlagen und dem Remote-System erfolgt über MQTT.

1. Graphische Benutzeroberfläche:

Die Remote-Control-Anwendung soll eine graphische Oberfläche haben, als Web-Anwendung implementiert wird.

1. Button-Panel:

Die Button-Panel der Anlagen sollen in der Oberfläche sichtbar und benutzbar sein.

1. Anzeige relevanter Informationen:

Dazu gehört z.B., dass eine Rutsche voll ist. Dies soll graphisch dargestellt werden.

1. Konsolenausgaben:

Die Ausgaben auf der Konsole der Anlagen soll auch in der Remote-Control-Anwendung ausgegeben werden.

Schritte zur Implementierung:

1. Einrichtung des MQTT-Brokers.
2. Hardwareanforderungen:

Raspberry Pi

Internetzugang für den Raspberry Pi (WLAN)

Verbindung zur Anlage (Kabel)

1. Entwicklung der Web-basierten Remote-Control-Anwendung mit Node-Red.