

Requirements / Design and Test Documentation (RDD)

Version 0.5

ESEP – Praktikum – WS 2024

Team – 1_2

Dao, David (DD), 2654379

Patt, Phillip (PP), 2718093

Siekmann, Marc (SM), 2131405

Schön, Jannik (SJ), 2546201

Änderungshistorie:

| Version | Erstellt | Autor | Kommentar |
|---------|------------|----------------|--|
| 0.1 | 11.11.2024 | SJ | Erstellung des RDD-Protokolls |
| 0.2 | 12.11.2024 | DD | Fehlerbehebung am RDD-Protokoll (Anmerkungen vom Kunden werden berücksichtigt) |
| 0.3 | 13.11.2024 | DD, MS, SJ, PP | Ausarbeitung Requirements |
| 0.4 | 18.11.2024 | MS | Ergänzung Qualitätssicherung und Risiken |
| 0.5 | 26.11.2024 | MS, DD | Anpassung der Requierements, der Softwarearchitektur, Werkstücke und technische Besonderheiten |

Inhaltsverzeichnis

| | |
|--|----|
| 1. Teamorganisation | 5 |
| 1.1 Verantwortlichkeiten | 5 |
| 1.2 Absprachen | 5 |
| 1.3 Repository-Konzept | 5 |
| 2. Projektmanagement | 6 |
| 2.1 Prozess | 6 |
| 2.2 Projektorganisation | 6 |
| 2.3 Risiken | 8 |
| 2.4 Qualitätssicherung | 8 |
| 3 Problemanalyse | 9 |
| 3.1 Analyse des Kundenwunsches | 9 |
| 3.1.1 Stakeholder | 9 |
| 3.1.2 Systemkontext des Systems | 9 |
| 3.1.3 Anforderungen | 9 |
| 3.1.4 Use Cases / User Stories | 14 |
| 3.2 Anlage: Analyse der technischen Gegebenheiten | 15 |
| 3.2.1 Technischer Aufbau und Hardwarekomponenten | 15 |
| 3.2.2 Werkstücke | 15 |
| 3.2.3 Anforderungen aus dem Verhalten und technischen Besonderheiten | 15 |
| 3.3 Softwareebene | 16 |
| 3.3.1 Systemkontext der Software | 16 |
| 3.3.2 Resultierende Anforderungen an die Software | 16 |
| 3.3.3 Schnittstellen: Nachrichten und Signale | 17 |
| 4 Grobkonzept des technischen Systementwurfes | 18 |
| 5 Software-Design | 18 |
| 5.1 Softwarearchitektur | 18 |
| 5.2 Softwarestruktur | 18 |
| 5.3 Verhaltensmodellierung | 20 |
| 6 Implementierung: Besonderheiten | 20 |
| 7 Qualitätssicherung | 21 |
| 7.1 Teststrategie | 21 |
| 7.2 Testszenarien/Abnahmetest | 21 |

| | |
|---|----|
| 7.3 Testprotokolle und Auswertungen | 24 |
| 8 Technische Schulden | 24 |
| 9 Lessons Learned | 24 |
| 10 Anhang | 24 |
| 10.1 Glossar | 24 |
| 10.2 Abkürzungen | 25 |

1.Teamorganisation

Im folgenden Kapitel wird festgelegt, wie das Team strukturiert wird. Außerdem welche Absprachen getroffen worden sind, um das Projekt zu realisieren.

1.1 Verantwortlichkeiten

| Verantwortlichkeit | Person/en |
|-----------------------|---|
| Projektleitung | Phillip Patt (Co-Leiter: David Dao) |
| Requirements-Engineer | Jannik Schön (Co-Leiter: Phillip Patt) |
| Designer | David Dao (Co-Leiter: Marc Siekmann) |
| Testengineer | Marc Siekmann (Co-Leiter: Jannik Schön) |

1.2 Absprachen

Jour-Fixe:

1. Meeting wöchentlich am Mittwoch als ganze Gruppe
2. Freitag Zusatztermin für 3 Gruppenmitglieder (Marc Siekmann, Jannik Schön und David Dao)

Arbeitsumfeld/Arbeitsstruktur:

1. GitLab, um Standpunkte/Fortschritt festzuhalten
2. Trello wird genutzt um die Arbeitsschritte der Gruppe zu Strukturieren
 - Einfach und flexibel für die Gruppenmitglieder sich den Arbeitsmethoden anzupassen
 - Es ist transparent und leichter nachzuvollziehen
3. Eigener Teams Raum für die Gruppe
 - Um Meetings zu halten, falls ein Treffen nicht funktioniert
 - Austausch von Information und Daten

1.3 Repository-Konzept

Die jeweiligen Commits müssen auf Englisch erfolgen. Zwei Hauptordner werden genutzt für eine übersichtliche Struktur.

1. Ein Ordner Workspace für QNX-Umfeld
2. Ein Ordner für die Dokumentation, um den Fortschritt festzuhalten (Bsp. im RDD)

2. Projektmanagement

Im folgenden Kapitel werden die Prozessschritte dargestellt und definiert, wie die Qualitätssicherung des Projektes umgesetzt wird.

2.1 Prozess

1. Planungsrunde
 - Besprechung des Projektziels
 - Verteilung der Rollen (siehe 1.1)
 - Ermittelt der zu nutzenden Tools
2. Anforderung und Zielsetzung
 - Gedanken was das Projekt umsetzen muss
 - Verständnis für die Gruppe aufbauen, was das Ziel ist
 - Vermeidung von Missverständnissen
 - Konkrete Zielsetzung
 - Bearbeiten der Aufgaben
3. Sprints
 - Für bestimmte Meilensteine, um so früh wie möglich Feedback zu bekommen, vor allem vor den Abgabeterminen
4. Feedback-Runden
 - Standpunkte Reviewen mit Tutoren oder dem Kunden, um Probleme vorzeitig zu beseitigen
5. Realisierung des Projekts
 - Nutzung der Ressourcen
 - Umsetzung der Planung
 - Abnahmetest

2.2 Projektorganisation

Tabelle 1: Zielsetzungen während der Projektdurchführung:

| Datum | Ziele | Kommentar |
|------------|---|-----------|
| 16.10.24 | <ul style="list-style-type: none">• eine Anlage vom Beaglebone Black aus ansprechen können• eine Analyse der Anlage soll durchgeführt werden und wesentliche Ergebnisse dokumentiert sein• die Anforderungen sollen analysiert werden• die Teamorganisation soll gestartet werden und eine Einigung in Hinblick auf die Teamkommunikation erfolgt sein | |
| 30.10.2024 | <ul style="list-style-type: none">• Rollenverteilung• Erstellung der Projektstruktur• Gitlab einrichten• System- und Anforderungsanalyse | |

| | | |
|------------|--|-----------------------------|
| | <ul style="list-style-type: none"> • Erste Abnahmetest • Schnittstelle HAL • Beispiel-Code Qnet lauffähig | |
| 13.11.2024 | <ul style="list-style-type: none"> • Erste Skizze für die Softwarearchitektur erstellt • Ansprechen der Aktorik über die HAL • Vollständige Anforderungsanalyse liegt als Dokument vor | |
| 27.11. | <ul style="list-style-type: none"> • Entwurf der Softwarearchitektur soll als Dokument vorliegen • es sollen Überlegungen zu den Qualitätssicherungsmaßnahmen gemacht werden • Konzept E-Stop Funktionalität soll vorliegen • Konzept für Fehlerbehandlung • Konzept für Signalisierung • erste Modellierung der Anlagensteuerung mittels Zustandsautomaten inklusive Ausnahmebehandlung • HAL der Sensorik soll entworfen, dokumentiert und implementiert sein • ein Konzept für Weiterleitung der Sensorsignale zu verarbeitenden Komponenten soll vorliegen | |
| 11.12.2024 | <p>Quality Gate:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Softwarearchitektur liegt dokumentiert vor • Softwarearchitektur ist ausgereift • Design der Steuerung beinhalten | |
| 8.1.2025 | <ul style="list-style-type: none"> • die Modellierung ist vollständig abgeschlossen • geforderte Funktionalität ist weitgehend auf beiden Anlagen implementiert • geforderte Fehlerbehandlung soll implementiert sein | |
| 15.1.2025 | <p>Pflicht:</p> <ul style="list-style-type: none"> • finale Version des RDD soll eingereicht werden | Auf das Namensschema achten |
| 22.1.2025 | <ul style="list-style-type: none"> • Gesamtanlage soll bereit sein für Abnahmetests des Kunden • nicht realisierte Funktionalitäten sind dokumentiert • bekannte Fehler sind dokumentiert • Lessons Learned dokumentiert • alle Artefakte sollen abgabebereit sein (Code, Protokolle etc.) | |

2.3 Risiken

Personalausfall: sehr hohes Risiko

Zeitlicher Rückstand: hohes Risiko

Geräteausfall: kleines Risiko

2.4 Qualitätssicherung

1. Entwicklungsmodell
 - Kanban über Trello
 - Codereview via GitLab mit Pull-Request und 4-Augen-Prinzip
2. Testmodell
 - V-Modell
 - Selbstdefinierte Abnahmetests
 - Unittests via Googletest
3. Dokumentation
 - Jeder Fortschritt wird im RDD festgehalten
 - Code liegt ausschließlich in GitLab
 - Beides kann jederzeit vom Kunden (auf GitLab) eingesehen werden
4. Sonstige
 - Datensicherung mit Microsoft-Teams, um Ausfallsicherheit sicherzustellen
 - Wöchentliches jour fixe, um Absprachen zu erneuern, Prozesse zu analysieren, Unklarheiten zu klären
 - Gesetzte Quality Gates, um Zeitrückstände zu verhindern
 - Feedback-Treffen mit allen Stakeholdern alle zwei Wochen

3 Problemanalyse

3.1 Analyse des Kundenwunsches

In diesem Unterabschnitt wird festgelegt, wie das System im Bezug des Kunden ausgelegt wird

3.1.1 Stakeholder

| Stakeholder | Interessen |
|---------------|--|
| Kunde | Hoher Durchsatz, Zuverlässigkeit und Wartungsfreundlich |
| Bediener | Einfache Bedienung und Zuverlässigkeit |
| Projektleiter | Qualitätssicherung und rechtzeitige Fertigstellung des Produkts |
| Entwickler | geordneter Projektablauf, Technischer Machbarkeit und leichte Fehlerbehebung |

3.1.2 Systemkontext des Systems

Das System soll in ein Arbeitsablauf in einer Produktionskette eingebunden werden und dient als Sortierung für die Weiterverarbeitung. Die zu sortierende Werkstücke werden auf das Band gelegt und nach dem Sortieren von einem Pick-and-Place Roboter entnommen.

3.1.3 Anforderungen

| Nr. / ID | Req_01 | Name | Behebaren Fehler behandeln | Priorität | hoch |
|--------------------|--|------|----------------------------|-----------|------|
| Beschreibung | <ol style="list-style-type: none">Fehlererkennung und -quittierung:<ul style="list-style-type: none">Das System zeigt den Fehlerstatus als „anstehend unquittiert“ an und wartet auf die Quittierung des Fehlers (Reset Button) durch den Benutzer.Fehlerbehebung durch den Benutzer:<ul style="list-style-type: none">Der Benutzer führt die erforderlichen Maßnahmen aus, um den Fehler zu beheben z. B. durch manuelle Eingriffe wie ein Fehler verursachenden Werkstück zu entfernen. Nach Durchführung der Maßnahmen wird der Fehlerstatus auf „anstehend quittiert“ gesetzt.Fehlerbestätigung:<ul style="list-style-type: none">Das System wartet nun auf die Bestätigung (siehe Req_03) des Benutzers, dass der Fehler erfolgreich behoben wurde. Sobald dies erfolgt, ändert der Status auf „anstehend behoben“ (siehe Req_04).Wiederaufnahme Betrieb:<ul style="list-style-type: none">LR hört auf zu leuchte und die Anlage geht zurück in den Betriebszustand | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_02 | Name | Kritische fehler | Priorität | hoch |
|--------------------|---|------|------------------|-----------|------|
| Beschreibung | <p>Kritische Fehler sind solche, von denen sich das System in laufendem Betrieb nicht selbstständig oder durch geringe Nutzerintervention erholen kann (siehe Req_08).</p> <ol style="list-style-type: none"> Fehleranzeige: <ul style="list-style-type: none"> Bei einem kritischen Fehler wird der Benutzer aufgefordert, das Band zu leeren, um eine mögliche Blockierung zu vermeiden. Zurücksetzen durch den Benutzer: <ul style="list-style-type: none"> Anschließend muss der Benutzer, auf der Anlage, auf der der Fehler aufgetreten ist, den BGR gedrückt halten, um die Anlage zurückzusetzen (siehe Req_12) | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_03 | Name | Fehler Bestätigen | Priorität | hoch |
|--------------------|--|------|-------------------|-----------|------|
| Beschreibung | Zum Fehler bestätigen wird der Start Button (BGS_X, X für 1 oder 2) genutzt. | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_04 | Name | Anstehend Behoben | Priorität | hoch |
|--------------------|--|------|-------------------|-----------|------|
| Beschreibung | An der Anlage, an der der Fehler aufgetreten ist, leuchtet LR durchgehend und LG blinkt langsam (0,5Hz). | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_05 | Name | Überlauf-ID | Priorität | hoch |
|--------------------|---|------|-------------|-----------|------|
| Beschreibung | <p>Die Werkstück-ID ist eine Zahl im 32-Bit langen Zahlenbereich. Der Wertebereich reicht von 0 bis 4.294.967.295 ($2^{32} - 1$). Wenn die höchste ID im Bereich erreicht ist (der Wert 4.294.967.295), wird der Zähler automatisch wieder auf 0 zurückgesetzt, und der ID-Vergabeprozess beginnt von vorne.</p> <p>Dies gilt auch im Fall eines E-Stopps oder einer Unterbrechung des Systems, bei der die ID-Vergabe neu gestartet wird.</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------|--|-------------|------------------|------------------|------|
| Nr. / ID | Req_06 | Name | E-Stop Verhalten | Priorität | hoch |
| Beschreibung | <p>Sobald einer der SES gedrückt wurde, werden M_1 und M_2 gestoppt.</p> <p>Beiden SM sollen in den Ruhezustand zurückgesetzt werden (Weiche Strom aus/Auswerfer Strom an).</p> <p>Anschließend werden LR, LY und LG an beiden Anlagen auf dauerhaft leuchtend gestellt.</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------|---|-------------|------------------------------|------------------|------|
| Nr. / ID | Req_07 | Name | Abstand zwischen Werkstücken | Priorität | hoch |
| Beschreibung | <p>Beim Auflegen der Werkstücke wird ein notwendiger Mindestabstand von 3 Werkstücklängen eingehalten. Wenn der Benutzer kein weiteres Werkstück auflegen darf, leuchtet LY_1. LY_1 erlischt, sobald das nächste Werkstück aufgelegt werden darf.</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------|---|-------------|-----------------------|------------------|------|
| Nr. / ID | Req_08 | Name | Weiche zu lange offen | Priorität | hoch |
| Beschreibung | <p>Die Weiche bleibt nur dann offenstehen, wenn ein Werkstück im Schrankenbereich ist.</p> <p>Um zu vermeiden, dass die Weiche zu lange offensteht, und so Hardwareschaden entsteht, wird nach 120 Sekunden ein Kritischer Fehler geworfen (siehe Req_02) und die Weiche in den Ruhezustand versetzt.</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------|---|-------------|----------------------------|------------------|------|
| Nr. / ID | Req_09 | Name | Verhalten von Service Mode | Priorität | hoch |
| Beschreibung | <p>Es werden Selbsttests (siehe Req_12) sowie Kalibrierungen durchgeführt (siehe Req_11).</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_10 | Name | Kalibrierungsverhalten | Priorität | hoch |
|--------------------|--|------|------------------------|-----------|------|
| Beschreibung | <p>Der HS beider Anlagen wird auf die Laufbandhöhe genullt.</p> <p>Von allen validen, unterschiedlichen Werkstücken in der geforderten Reihenfolge wird das Höhenprofil bestimmt.</p> <p>LG von beiden Anlagen blinkt schnell (10 Hz).</p> <p>Die Kalibrierung läuft wie folgt ab:</p> <p>Es liegt ein Werkstück zur selben Zeit auf. Das Werkstück wird über FST_1 und FST_2 geführt. Auf FST_1 und FST_2 wird dabei nacheinander ein Höhen- und Metalleigenschaften gemessen und Zwecks Kalibrierung gespeichert.</p> <p>Sobald das kalibrierte Werkstücke von LBE_2 entnommen wurde, kann das nächste Werkstück aufgelegt werden.</p> <p>Die Kalibrierung wird beendet, indem BSG_1 kurz gedrückt wird.</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_11 | Name | Selbsttest verhalten | Priorität | hoch |
|--------------------|---|------|----------------------|-----------|------|
| Beschreibung | <ol style="list-style-type: none"> 1. Grüne Lampe blinkt an der betroffenen Festo-Anlage. 2. Überprüfen, ob kein Werkstück (WS) auf der Rampe liegt (LBR unterbrochen oder nicht unterbrochen). 3. Prüfen, ob der Standardwert des Höhensensors im Bereich von 9 cm (Messbereich Grenzen des Höhensensors) vorliegt. 4. Überprüfen, ob am Metallsensor ein Werkstück (WS) detektiert wird, mithilfe des LBM, an der Anlage, an der der Servicemode vorliegt. 5. Prüfen, ob die Weiche und der Auswerfer im Ruhezustand sind (Weiche: Bit-Wert 0, Auswerfer: Bit-Wert 1). 6. Im Fehlerfall blinkt die rote Lampe an der betroffenen Festo-Anlage mit einer Frequenz von 1 Hz. | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_12 | Name | Reset-Funktion des Systems | Priorität | hoch |
|--------------------|--|------|----------------------------|-----------|------|
| Beschreibung | <p>Der BGR muss 3 Sekunden lang gedrückt werden, um die Anlage zurückzusetzen. Annahmen über die Position der jeweiligen Werkstücke werden verworfen. Die Sortierreihenfolge wird zurückgesetzt. Danach geht das System in den Betriebszustand über.</p> | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_13 | Name | Anzeigen des Fehlervorkommens | Priorität | hoch |
|--------------------|---|------|-------------------------------|-----------|------|
| Beschreibung | Für FST_1 und FST_2 wird das Vorkommen des Fehlers (Req_01) durch die beiden LEDs Q1 und Q2 auf der betroffenen FST angezeigt. Q1 und Q2 leuchten nicht, wenn Fehler bei LBF festgestellt wird. Q1 leuchtet, wenn der Fehler bei HS festgestellt wird. Q2 leuchtet, wenn der Fehler bei LBM festgestellt wird. Q1 und Q2 leuchtet, wenn der Fehler bei LBE festgestellt wird. | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

| Nr. / ID | Req_14 | Name | Ausfall einer Festo | Priorität | hoch |
|--------------------|---|------|---------------------|-----------|------|
| Beschreibung | Wenn FST_1 oder FST_2 ausfällt (z.B. Stromausfall), ist auf der verbleibenden FST das E-Stop Verhalten (Req_06) durchzuführen. Daher müssen beide FST regelmäßig (alle x Millisekunden) überprüfen, ob die jeweils andere FST erreichbar ist. | | | | |
| Ablaufbeschreibung | | | | | |

Tabelle 2: Mögliche Fehlerfälle

| Error-ID | Name | Fehlertyp (Warning/Error) | Beschreibung |
|----------|--|------------------------------|--|
| E_1 | Beide Rampen sind voll | Warning | Beide Rampen sind voll. Es kann kein weiteres Werkstück aussortiert werden. |
| E_2 | Beide Rampen sind voll beim Aussortieren | Error | Beide Rampen sind voll und es muss ein Werkstück aussortiert werden. |
| E_3 | Werkstück wird zu früh aufgelegt | Error | Ein Werkstück wird aufgelegt, obwohl angezeigt wird, dass dies noch nicht erlaubt ist. |
| E_4 | Werkstück verschwindet | Error | Ein Werkstück fällt vom Laufband, wird entnommen oder hängt fest. |
| E_5 | Werkstück außerhalb des Anfangsbereiches hinzugefügt | Error | Ein zusätzlicher Stein wird auf dem Laufband unerwartet erkannt. |
| E_6 | Werkstück hängt im | Warning | Das Werkstück wurde |

| | | | |
|-----|---|-------|--|
| | Rampeneingang | | nicht komplett von dem Laufband geschoben bzw. umgeleitet und hängt vor der Lichtschrank der Rampe fest. Durch den nächsten Stein wird sich der Fehler dann möglicherweise auflösen. |
| E_7 | Werkstück holt vorheriges Werkstück ein | Error | Ein Werkstück wird von dem nachfolgenden Werkstück eingeholt, da dieses evtl. festhängt. Eine vernünftige Identifizierung ist nicht mehr möglich. |
| E_8 | Weiche bleibt zu lange offen | Error | Die Weiche ist offen und überschreitet die zulässige Zeit, in der sie offen sein darf. |

3.1.5 Use Cases / User Stories

3.2 Anlage: Analyse der technischen Gegebenheiten

3.2.1 Technischer Aufbau und Hardwarekomponenten

3.2.2 Werkstücke

Einige Werkstücke, wie beispielsweise solche mit weißer Farbe, können zu Ausreißern führen, da sie stärker reflektieren. Werkstücke mit Bohrungen weisen häufig kleine, dünne Löcher am Rand auf, die ebenfalls zu kleinen abweichenden Messergebnissen führen können.

Werkstücke mit Bohrungen und Metalleinsätzen sitzen oft nicht perfekt in der Bohrung. Diese Steine haben zudem kleine Rillen, die ebenfalls Ausreißer in der Messung verursachen können. Darüber hinaus können Werkstücke mit Bohrungen unterschiedliche Tiefen aufweisen, was bei der Auswertung ebenfalls berücksichtigt werden muss.

Binäre Werkstücke zeigen in ihren Rillen unterschiedliche Höhen, was zu variierenden Messergebnissen führt und die Identifizierung solcher Werkstücke erschwert.

Abschließend gibt es ein kleines, flaches Werkstück mit einer gemessenen Höhe von 21 mm, während alle anderen Werkstücke auf ihrer flachen Seite eine Höhe von 25,0-25,4 mm aufweisen. Die maximale Höhe eines binären Werkstücks beträgt ebenfalls ungefähr 25 mm.

3.2.3 Anforderungen aus dem Verhalten und technischen Besonderheiten

| Lfd. Nr. / ID | Beschreibung |
|---------------|---|
| 1 | Höhensensor: Der Höhengsensor ist auf einer beliebigen Höhe über dem Laufband eingestellt, sodass das Laufband theoretisch nicht erkannt wird und somit der Nullwert falsch ist. Daraus ergibt sich, dass der Höhengsensor mit einem Referenz-Werkstück kalibriert werden muss. |
| 2 | Höhensensor ist kein wirklicher Höhengsensor, sondern ein Abstandsensor. Der eine andere Logik besitzt und somit komplett andere Werte liefert als die erwünschten Werte. Man muss einem Umweg nutzen, in dem Fall Werkstücke Kalibrieren und festlegen |
| 3 | Rampe: In Fällen der Aussortierungen bei der Weiche kann es dazu kommen, dass Werkstücke am LBR stehen bleiben und nicht weiter runterrutschen. Das führt zum dauerhaften Unterbrechen vom LBR. |
| 4 | Platzierung der Werkstücke: Die Art und Weise, wie ein Werkstück positioniert wird, kann dazu führen, dass ein Werkstück ein anderes überholt. Dieses Problem kann dazu führen, dass zwei Werkstücke als ein einziges gezählt werden vom Höhengsensor, da sie genau hintereinander angeordnet sind. |

3.3 Softwareebene

3.3.1 Systemkontext der Software

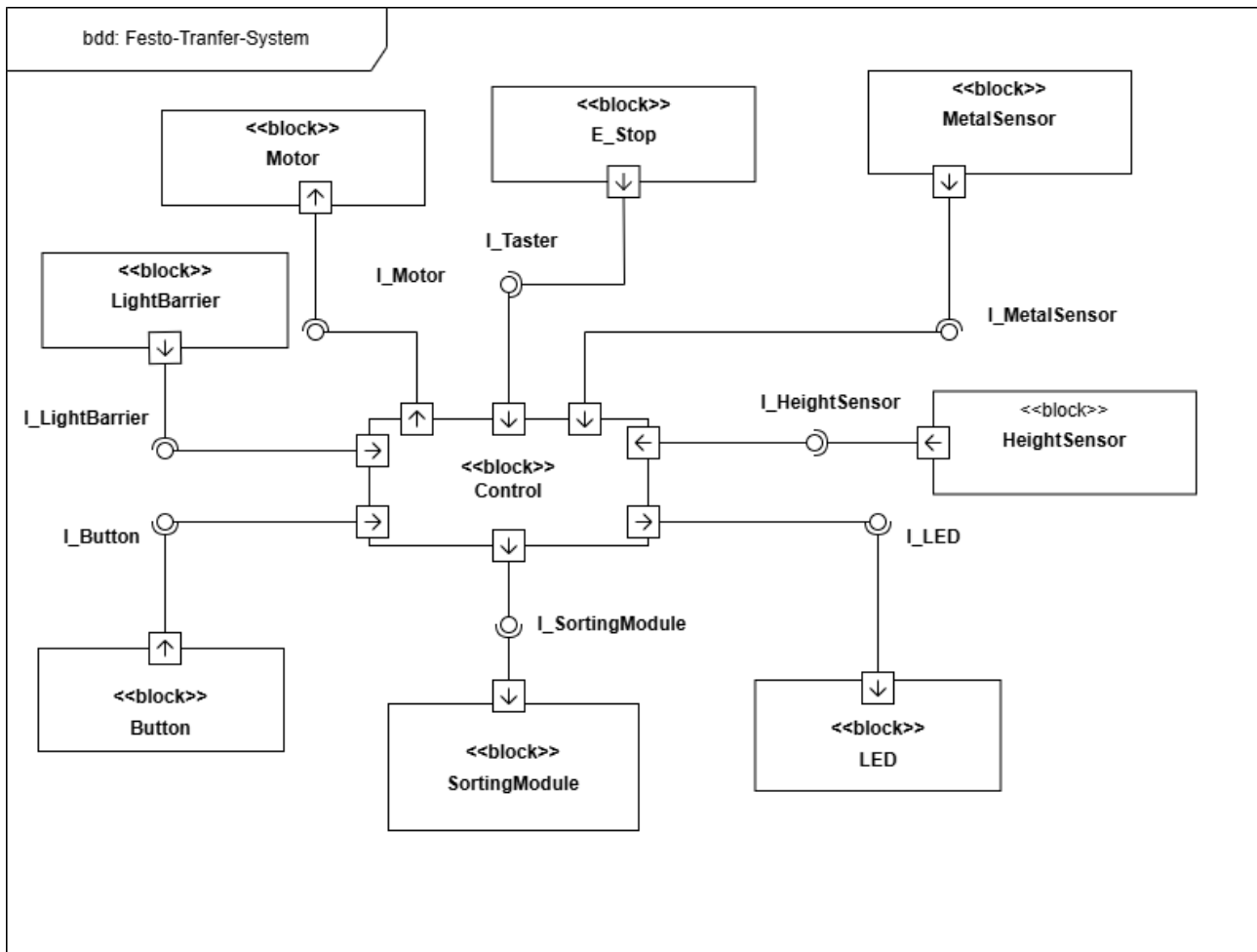


Abbildung 1 BDD der Festo-Anlage

3.3.2 Resultierende Anforderungen an die Software

| Lfd. Nr. / ID | Beschreibung |
|---------------|----------------|
| <SW_REQ_x> | <Beschreibung> |
| | |

3.3.3 Schnittstellen: Nachrichten und Signale

4 Grobkonzept des technischen Systementwurfes

5 Software-Design

5.1 Softwarearchitektur

Für die Softwarearchitektur wurde ein Embedded Design Pattern angewendet, wobei ein Internal Block Diagram (IBD) erstellt wurde, um die Struktur und Übersicht der Steuereinheit darzustellen. Zu Beginn wurden die wesentlichen Komponenten definiert: Die Logikeinheit ist über die Schnittstelle I_Control mit der Hardware Abstraction Layer (HAL) verbunden. Die HAL fungiert als Vermittler zwischen der Steuerungslogik und der physischen Hardware und besitzt zusätzliche Schnittstellen, die direkt mit der Hardware-Ebene kommunizieren.

5.2 Softwarestruktur

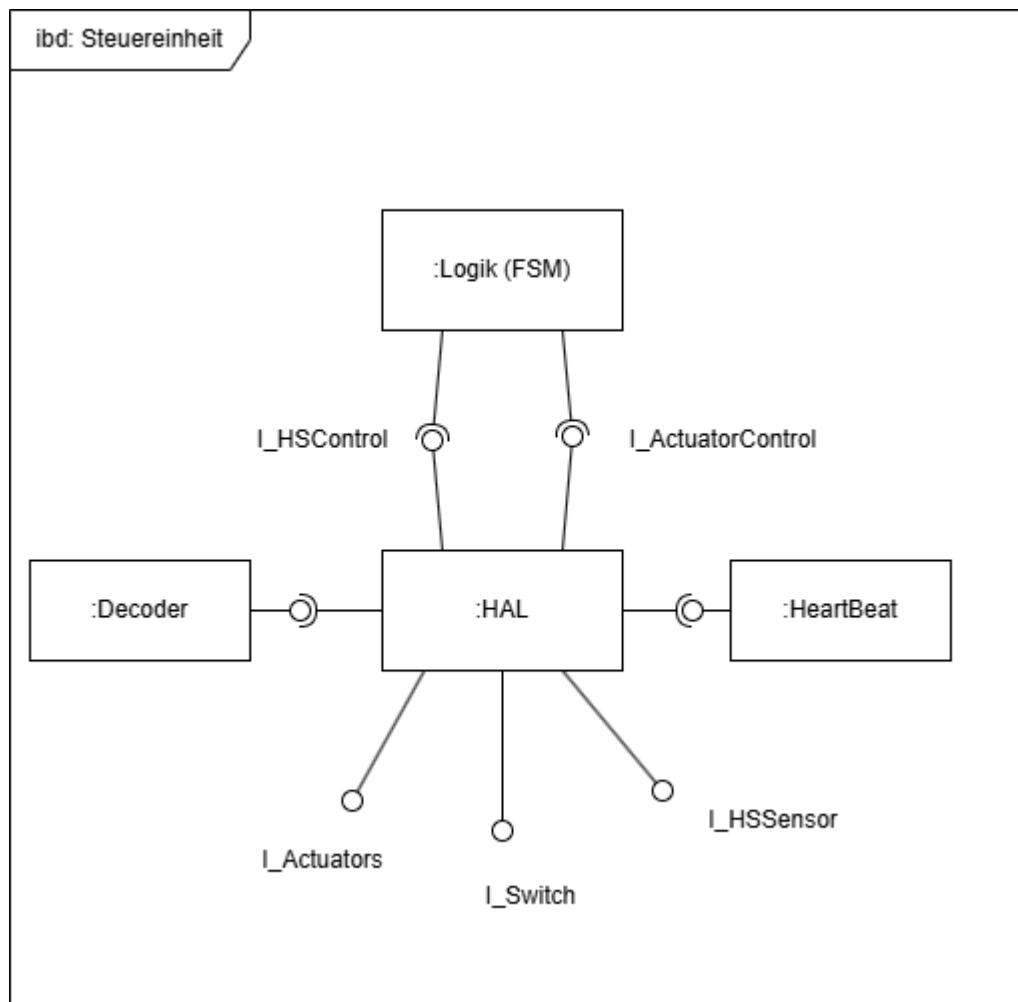


Abbildung 2 Software-Architektur Festo-Anlage

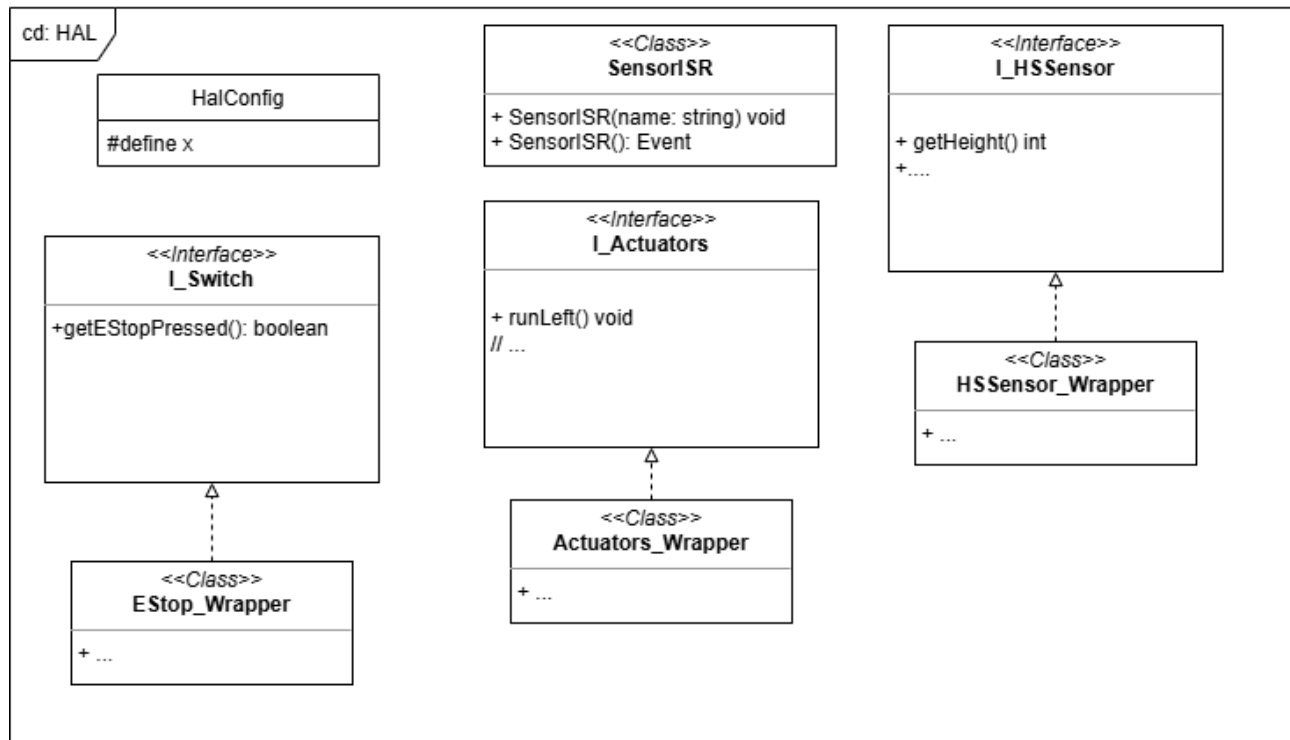
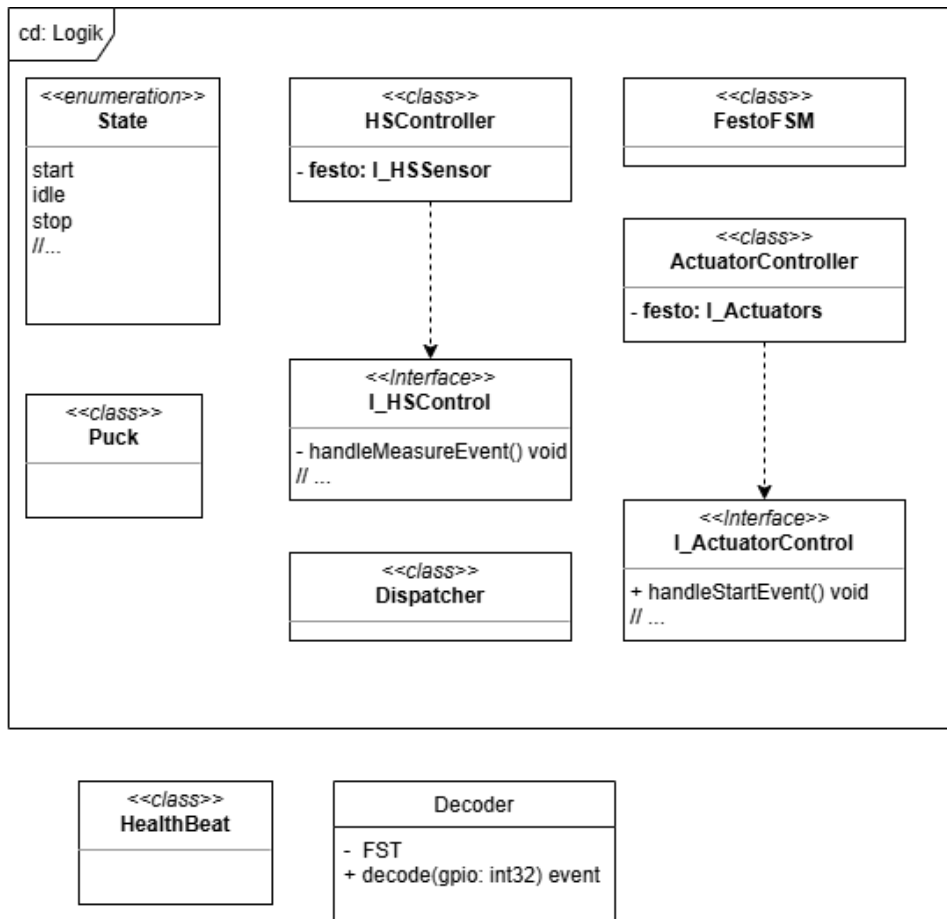


Abbildung 3 Erster Entwurf des UML-Klassendiagramm

5.3 Verhaltensmodellierung

E- Stopp Verhalten:

| Schritt | Vorgehen |
|---------|--|
| 1 | SES gedrückt -> M_1 und M_2 stoppen |
| 2 | LG, LY und LR leuchten dauerhaft |
| 3 | Wenn SD vorhanden -> Bit zurücksetzen |
| 4 | Höhenmessungen zurücksetzen |
| 5 | Löschen der Bisherigen Reihenfolge |
| 6 | Alle Interrupts auflösen |
| 7 | Nachdem SES gezogen wird, warten auf Betätigung beider BGR der FST |
| 8 | Siehe Req_02 |

6 Implementierung: Besonderheiten

7 Qualitätssicherung

7.1 Teststrategie

7.2 Testszenarien/Abnahmetest

| | |
|-------------------|--|
| Abnahmetest-ID: 1 | Ein Fehlerfreies Werkstück wird auf FST_1 platziert |
| Requirements: | Req_07 und gegebene Anforderung in der Aufgabenstellung (13, 14, 20, 25, 26, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 74) |
| Kurzbeschreibung: | Ein Werkstück, der die Maßeinheiten entspricht als auch der Sortierreihenfolge wird auf FST_1 platziert und wird damit als Fehlerfreies Werkstück bezeichnet F-Werkstück. F-Werkstück wird von FST_1 bis hin zum Ende von FST_2 transportiert und am Ende vom Pick-and-Place Roboter entnommen |
| Vorbedingungen: | Die Sortieranlage ist korrekt kalibriert und befindet sich im Betriebszustand. Auf den Anlagen FST_1 und FST_2 befinden sich keine Werkstücke. Alle Bedientasten und Sicherheitsfunktionen sind funktionsfähig. |

| Schritt | Aktion | Erwartung | Erfüllt |
|---------|--|--|---------|
| 1 | F-Werkstück wird auf FST_1 platziert und unterbricht LBF_1 | FST_1 geht in die Betriebsphase und grüne Ampel leuchtet | |
| 2 | F-Werkstück unterbricht LBE_2 | FST_2 stopp und Pick-and-Place Roboter entnimmt F-Werkstück von der Anlage | |

| | |
|-------------------|---|
| Abnahmetest-ID: 2 | E-Stopp verhalten |
| Requirements: | Req_06 und gegebene Anforderung in der Aufgabenstellung (66, 67, 68) |
| Kurzbeschreibung: | Während des Betriebs, insbesondere beim Transportieren von Werkstücken von FST_1 zu FST_2, kann ein Fehler auftreten, der mittels E-Stop gestoppt werden muss. Nach Betätigung des E-Stops wird die Anlage in den Ruhezustand versetzt: Die Weiche schließt, der Auswerfer fährt ein, und der Motor stoppt. Die Anlage bleibt im Ruhezustand, bis der Fehler behoben und der E-Stop quittiert wird. |
| Vorbedingungen: | Die Sortieranlage ist korrekt kalibriert und befindet sich im Betriebszustand. Auf den Anlagen FST_1 und FST_2 befinden sich keine Werkstücke. Alle Bedientasten und Sicherheitsfunktionen sind funktionsfähig. Und ein Werkstück, das allen Angaben entspricht wird platziert (Maßeinheiten stimmt als auch die Sortierreihenfolge) |

| Schritt | Aktion | Erwartung | Erfüllt |
|---------|---|---|---------|
| 1 | Werkstück wird auf FST_1 mit Weiche platziert und unterbricht LBF_1 | FST_1 geht in die Betriebsphase und grüne Ampel leuchtet | |
| 2 | Werkstück erreicht LBM_1 | FST_1 transportiert Werkstück weiter und Weiche geht auf | |
| 3 | E-Stopp wird bestätigt | FST_1 und FST_2 stoppen, und LR, LY und LG leuchten dauerhaft. Die Weiche schließt sich. Grüne Ampel geht aus | |

| | |
|--------------------|---|
| Abnahmetest -ID: 3 | Fehler Erkennung der Sektoren |
| Requirements: | Req_13 wird getestet und gegebene Anforderung in der Aufgabenstellung (55 und 56) |
| Kurzbeschreibung: | Im laufenden Betrieb wird ein Werkstück auf FST_1 oder FST_2 zwischen zwei Sensoren platziert, z. B. zwischen LBF_X und HS_X, HS_X und LBM_X oder LBM_X und LBE_X (wobei X für 1 oder 2 steht, da dies für beide gilt). Die Anlage soll daraufhin die betroffene FST-Anlage stoppen und den Fehler durch die rote Ampel kennzeichnen. |
| Vorbedingungen: | Die Sortieranlage ist korrekt kalibriert und befindet sich im Betriebszustand. Auf den Anlagen FST_1 und FST_2 befinden sich keine Werkstücke. Alle Bedientasten und Sicherheitsfunktionen sind funktionsfähig. |

| Schritt | Aktion | Erwartung | Erfüllt |
|---------|--|--|---------|
| 1 | Werkstück wird auf FST_1 platziert und unterbricht LBF_1 | FST_1 geht in die Betriebsphase und grüne Ampel leuchtet | |
| 2 | Werkstück eins erreicht HS_1 | FST_1 Motor wird langsam | |
| 3 | Das zweite Werkstück wird hinter Werkstück Eins platziert, ohne LBF_1 zu unterbrechen. | FST_1 stoppt, und Q1 beginnt zu leuchten. Die rote Ampel beginnt schnell zu blinken (1 Hz)." | |

7.3 Testprotokolle und Auswertungen

8 Technische Schulden

9 Lessons Learned

10 Anhang

10.1 Glossar

10.2 Abkürzungen

| Systemnummer/Festo Nr. (FST) | Vollständiger Name | Kürzel |
|---|---------------------------|---------------|
| FST_1 | Lightbarrier_Front | LBF_1 |
| FST_1 | Lightbarrier_End | LBE_1 |
| FST_1 | Lightbarrier_Ramp | LBR_1 |
| FST_1 | Lightbarrier_Metallsensor | LBM_1 |
| FST_1 | Heightsensor | HS_1 |
| FST_1 | Metalsensor | MS_1 |
| FST_1 | Sortingmodule | SM_1 |
| FST_1 | Motor | M_1 |
| FST_1 | Lamp | L_1 |
| FST_1 | Lamp_Green | LG_1 |
| FST_1 | Lamp_Yellow | LY_1 |
| FST_1 | Lamp_Red | LR_1 |
| FST_1 | Butto_Green_Start | BGS_1 |
| FST_1 | Button_Red_Stop | BRS_1 |
| FST_1 | Button_Grey_Reset | BGR_1 |
| FST_1 | SortingDiverter | SD_1 |
| FST_1 | SortingEjector | SE_1 |
| FST_1 | Switch_EStop | SES_1 |
| FST_2 | Lightbarrier_Front | LBF_2 |
| FST_2 | Lightbarrier_End | LBE_2 |
| FST_2 | Lightbarrier_Ramp | LBR_2 |
| FST_2 | Lightbarrier_Metallsensor | LBM_2 |
| FST_2 | Heightsensor | HS_2 |
| FST_2 | Metalsensor | MS_2 |
| FST_2 | Sortingmodule | SM_2 |
| FST_2 | Motor | M_2 |
| FST_2 | Lamp | L_2 |
| FST_2 | Lamp_Green | LG_2 |
| FST_2 | Lamp_Yellow | LY_2 |
| FST_2 | Lamp_Red | LR_2 |
| FST_2 | Butto_Green_Start | BGS_2 |
| FST_2 | Button_Red_Stop | BRS_2 |
| FST_2 | Button_Grey_Reset | BGR_2 |
| FST_2 | SortingDiverter | SD_2 |
| FST_2 | SortingEjector | SE_2 |
| FST_2 | Switch_EStop | SES_2 |
| FST | Lightbarrier_Front | LBF |
| FST | Lightbarrier_End | LBE |
| FST | Lightbarrier_Ramp | LBR |
| FST | Lightbarrier_Metallsensor | LBM |
| FST | Heightsensor | HS |
| FST | Metalsensor | MS |
| FST | Sortingmodule | SM |
| FST | Motor | M |
| FST | Lamp | L |
| FST | Lamp_Green | LG |

| | | |
|-----|-------------------|-----|
| FST | Lamp_Yellow | LY |
| FST | Lamp_Red | LR |
| FST | Butto_Green_Start | BGS |
| FST | Button_Red_Stop | BRS |
| FST | Button_Grey_Reset | BGR |
| FST | SortingDiverter | SD |
| FST | SortingEjector | SE |
| FST | Switch_EStop | SES |