

Technische Dokumentation

im Studiengang Mechatronik/Robotik (Bachelor)

Lehrveranstaltung Entwurf Mechatronischer Systeme (EMS)

Projekt: Förderband

Ausgeführt von: **Christoph Egger**

Personenkennzeichen: 1810330014

Ausgeführt von: **Ertugrul Güler**

Personenkennzeichen: 1710330060

Ausgeführt von: **Jithin Njondimackal**

Personenkennzeichen: 1710330048

Ausgeführt von: **Martin Kritzl**

Personenkennzeichen: 1710330033

Ausgeführt von: **Markus Keck**

Personenkennzeichen: 1710330066

Ausgeführt von: **Maximilian Siegl**

Personenkennzeichen: 1710330009

BegutachterIn: Horst Orsolits, MSc

Wien, 28. Mai 2019

Version 1.2

Inhaltsverzeichnis

1	Versionsverzeichnis	4
2	Verantwortliche Personen	4
3	Aufgabenstellung	4
4	Funktionsmodell.....	5
5	Wirkmodell	5
6	Projekt	6
6.1	Technischer Einkauf	6
6.1.1	Requirements	6
6.1.2	Stückliste	6
6.1.3	Budgetierung	6
6.1.4	Testprotokoll	7
6.2	Mechanik	8
6.2.1	Rahmenbedingungen.....	8
6.2.2	Stückliste	8
6.2.3	Technische Umsetzung.....	11
6.2.4	Testing.....	11
6.3	Elektronik.....	12
6.3.1	Rahmenbedingungen.....	12
6.3.2	Stückliste	12
6.3.3	Technische Umsetzung.....	13
6.3.4	Testing.....	16
6.4	Software	17
6.4.1	Rahmenbedingungen.....	17
6.4.2	Stückliste	17
6.4.3	Technische Umsetzung.....	18
6.4.4	Testing.....	19
6.5	UX (User Experience)	20
6.5.1	Rahmenbedingungen.....	20
6.5.2	Stückliste	20
6.5.3	Technische Umsetzung.....	20

6.5.4	Testing.....	27
6.6	Sicherheit.....	28
6.6.1	Rahmenbedingungen.....	28
6.6.2	Risikoanalyse.....	28
6.6.3	Technische Umsetzung.....	28
7	Inbetriebnahmevorschriften.....	28
8	Wartung	29

1 Versionsverzeichnis

Versionsnummer	Datum	Verantwortlichkeit
V1.0	27.04.2019	Christoph Egger
V1.1	28.04.2019	Christoph Egger
V1.2	28.05.2019	Christoph Egger

Tabelle 1: Version

2 Verantwortliche Personen

Funktion	Name	Datum	Unterschrift
Projektleiter	Christoph Egger	28.04.2019	
Hardware	Jithin Njondimackal	28.05.2019	
Mechanik	Markus Keck	28.04.2019	
Technischer Einkauf	Maximilian Siegl	28.05.2019	
UX	Martin Kritzl	28.04.2019	
Software	Ertugrul Güler	28.04.2019	

Tabelle 2: Verantwortlichkeiten

3 Aufgabenstellung

3.1 Verwendungsgrenzen:

- Über einen Ein/Ausschalter soll das Förderband gestartet/gestoppt werden können.
- An beiden Enden des Förderbandes sollen Sensoren dafür sorgen, dass sich die Drehrichtung umkehrt.
- Die Ansteuerung soll über eine Siemens SPS im Raum F5.31 erfolgen.
- Das Transportgut wird pro Gruppe individuell bestimmt.
- Der/Die Teil/e soll/en mit max. 250mm/s transportiert werden.
- Ein User-Interface mit Drehzahlregelung ist auszuführen.
- Die Abgabe der Technischen Dokumentation erfolgt am 11. April 2019 über den Moodle-Kurs.
- Die Abnahme durch den Auftraggeber findet am 2. Mai 2019 im Labor F5.31 statt.

Quelle: „Übungsangabe Förderband“, Moodle

Autor: Horst Orsolits, MSc

4 Funktionsmodell

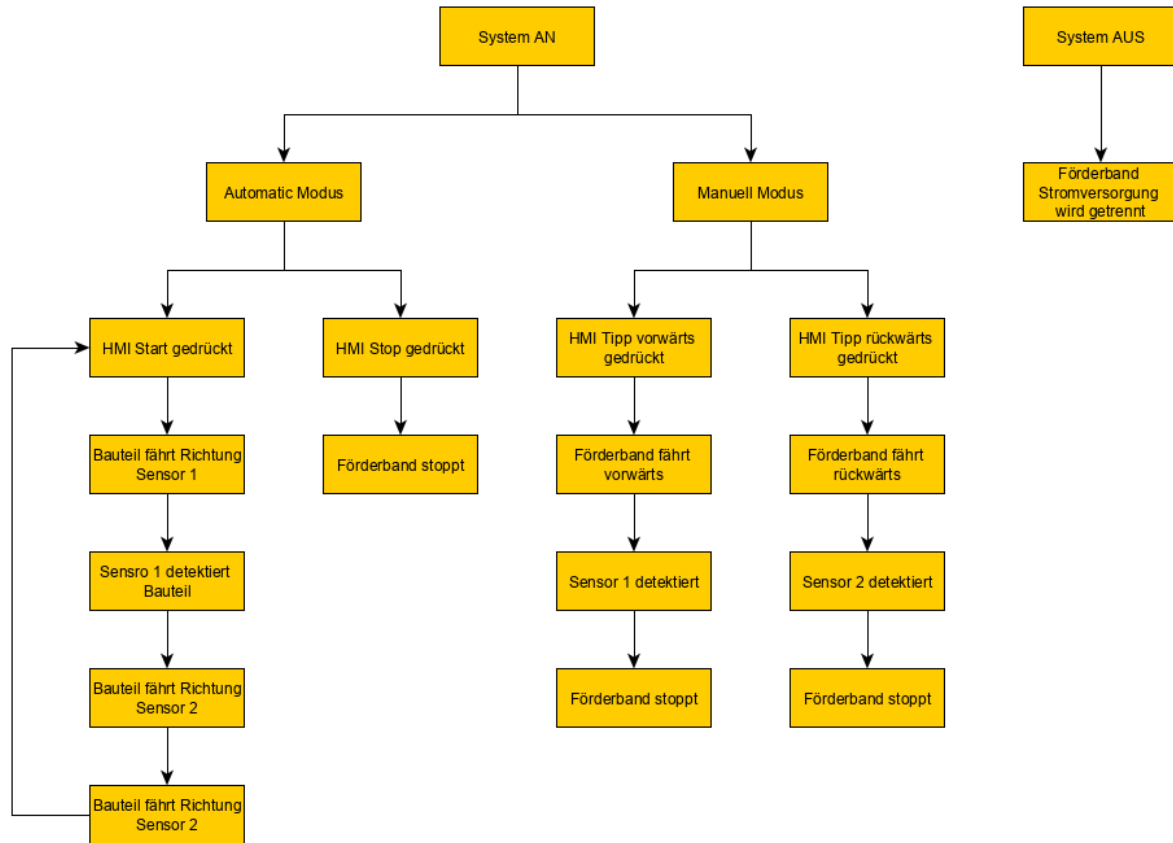


Abbildung 1: Funktionsmodell

5 Wirkmodell

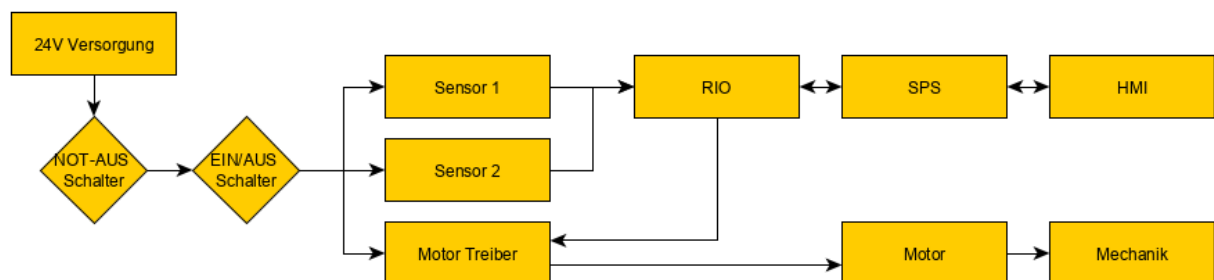


Abbildung 2: Wirkmodell

6 Projekt

6.1 Technischer Einkauf

6.1.1 Requirements

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Maximilian Siegl	28.05.2019	<ul style="list-style-type: none">Budget: 200€Gesamtkosten: 163,26€

6.1.2 Stückliste

Siehe Datei „**Stückliste.xlsx**“.

6.1.3 Budgetierung

Alle Teile wurden nach den Anforderungen der Abteilungen Konstruktion und Hardware ausgewählt. Dabei wurde auf den günstigsten Preis geachtet, sowie den Lieferkosten.

Als Basis für die Teile, welche mittels 3D-Drucker gefertigt werden, wurde das folgende Material genommen, welches der Projektleiter bereits in seinem Drucker verwendet und hier zu finden ist:

https://www.amazon.de/dp/B06XK3BM4W/ref=cm_sw_em_r_mt_dp_U_faFXCbCJPJ9CR.

Auch für Normteile wie Kabel, Schrauben und Muttern wurden realistische Preise angenommen, wobei hier für jedes Teil die Quelle in der Datei „Stückliste.xlsx“ angeführt ist. Jene Teile, welche vom Auftraggeber zur Verfügung gestellt wurden, sind mit 0€ bepreist worden. Diese Teile waren:

- Sensorik (Lichtschranken)
- Sicherheitskomponenten (Not-Halt-Taster)
- Endlosband

Der Not-Halt-Taster wurde hierbei über die Firma PILZ besorgt und die Lichtschranke über die Firma SICK. Das Endlosband wurde direkt vom Auftraggeber übernommen.

Von manchen Teile wurden mehr Stück bestellt als benötigt wurde, daher wurden in der Stückliste nur die verbrauchten Teile aufgeführt. Alle bestellten Teile sind in der Datei „**Bestellliste.xlsx**“ angeführt.

Die Versandkosten sind in **Tabelle 3** angeführt.

Position	Anzahl	Lieferant	Lieferkosten pro Lieferung	Summe
1	2	Reichelt	4,67 €	9,34 €
2	1	elv.at	5,95 €	5,95 €
3	1	Mädler	10,00 €	10,00 €
Ergebnis				25,29 €

Tabelle 3: Versandkosten

Das ausgegebene Budget beläuft sich damit auf **163,26€**.

6.1.4 Testprotokoll

Um sicherzustellen, dass keine defekten Bauteile erhalten wurden, wurde jedes Teil einer Eingangsüberprüfung unterzogen um die Funktionalität zu überprüfen. Zusätzlich wurde Komponenten getestet um das Zusammenspiel der Bauteile zu überprüfen.

Bauteil	Prüfungen	Datum	Prüfer	Ergebnis
PWM-Regler	Geschwindigkeitsregelung mittels Potentiometer; Grundfunktionsprüfung	23.04.2019	Siegl, Njondimackal	Erfolgreich
	Geschwindigkeitsregelung mittels Spannung (0-5 V)	23.04.2019	Siegl, Njondimackal	Erfolgreich
Relais	Grundfunktionsüberprüfung; Leuchte ein-/ausschalten	23.04.2019	Siegl, Njondimackal	Erfolgreich
PWM-Regler & Relais	Kombination PWM-Regler und Relais; Richtungsumkehr im Stillstand	23.04.2019	Siegl, Njondimackal	Erfolgreich
	Kombination PWM-Regler und Relais; Richtungsumkehr im laufenden Betrieb	23.04.2019	Siegl, Njondimackal	Erfolgreich
Motor	Funktionstest; Anschluss an 24V-Netzteil	02.05.2019	Siegl	Erfolgreich
Motor, PWM-Regler & Relais	Komponententest Antriebsstrang; Aufbau des Antriebsstrang, Steuerung über Netzteil mit variabler Spannung (0-5 V)	02.05.2019	Siegl	Erfolgreich
Lichtschranken	Funktionstest; Anschluss an SPS	24.05.2019	Siegl, Njondimackal	Erfolgreich
Anlage	Systemtest; Test der kompletten Anlage und aller Komponenten	28.05.2019	Alle	Erfolgreich

Tabelle 4: Testprotokoll Bauteile

6.2 Mechanik

6.2.1 Rahmenbedingungen

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Markus Keck	28.04.2019	Endlosband: 2265x80mm Maximale Breite: 150mm Maximale Länge: 1100mm Förderbandhöhe: 250mm Alu-Profile von ITEM: 20x20mm

6.2.2 Stückliste

Bauteil	Anzahl	Fertigung	Beschreibung
Längsprofil	2	FH	20x20x1040mm
Querprofil	2	FH	20x20x98mm
Steherprofil	4	FH	20x20x212mm
Verbindungsprofil	1	FH	20x20x925mm
Verbindungswinkel	10	FH	20x20x20mm
Zahnrad-Antriebswelle	1	Zukauf	Zahnrad wird in die vorgesehene Ausnahme an der Motorwelle fixiert
Zahnrad Motorwelle	1	Zukauf	Wird mithilfe einer Schraube an der Motorwelle fixiert
Wellen-Aufnahme	1	3D-Druck	Aufnahme der Welle
Antriebswellen-Aufnahme	1	3D-Druck	Aufnahme der Antriebswelle
Spannwellen-Aufnahme	2	3D-Druck	Mithilfe einer Schraube und Mutter wurde die Spannung der Welle realisiert
Antriebswelle	1	3D-Druck	Ausnahme ist für die Positionierung des Zahnrads vorgesehen.
Welle	1	3D-Druck	Erhöhungen an beiden Seiten der Rolle um ein Verrutschen des Bandes zu vermeiden
Spannwelle	1	3D-Druck	Einzige Höhenverstellbare Rolle der Konstruktion. Dient der Spannung
Sensorhalterung links	2	3D-Druck	Langlöcher sind für die Höhenverstellbarkeit und Positionierung der Sensoren vorgesehen

Sensorhalterung rechts	2	3D-Druck	Langlöcher sind für die Höhenverstellbarkeit und Positionierung der Sensoren vorgesehen
Kipphilfe	1	3D-Druck	Dient dazu das Bauteil zum Umfallen zu bringen, sollte es stehend aufgelegt sein
Motor Verbindungswinkel	1	3D-Druck	Dient der Positionierung des Motors. Höhenverstellbarkeit ist integriert um das Greifen der Zahnräder einstellbar zu machen
Gehäuse	1	3D-Druck	Dient der Sicherheit um Gefahren vor allem im Bezug auf quetschen im Bereich der Zahnräder vorzubeugen
Elektronik-Gehäuse	2	3D-Druck	Schützt die Elektronik-Komponenten vor unbeabsichtigten Einwirkungen von außen
Hutschiene	1	Zukauf	Positionierung der Elektronik Komponenten am Verbindungsprofil
Rillenkugellager	6	Zukauf	6mm Innendurchmesser
Nutenstein	27	FH	M4 - Aufnahme
Plexiglas Unterlage	1	FH	Wurde unterhalb des Bandes platziert und dient dazu, ein Durchhängen zu vermeiden
Plexiglas Gehäuse	1	Lasercut	Besteht aus 5 verschiedenen Plexiglas Scheiben, welche mithilfe von Verbindungswinkeln verbunden wurden
Holzschraube d3x10	4	Zukauf	---
Innensechskantschraube M2,5x10	5	Zukauf	---
Innensechskantschraube M3x8	4	Zukauf	---
Innensechskantschraube M3x16	8	Zukauf	---
Innensechskantschraube M4x8	7	Zukauf	---
Innensechskantschraube M4x10	30	Zukauf	---
Innensechskantschraube M4x12	7	Zukauf	---

Innensechskantschraube M5x40	2	Zukauf	---
Mutter M3	12	Zukauf	---
Mutter M4	31	Zukauf	---
Mutter M5	2	Zukauf	---
Unterlegscheibe M4	29	Zukauf	---
Unterlegscheibe M6	4	Zukauf	---
Förderband S5/2E U02N/U0	1	FH	2265x80x1,2mm Endlosband

Tabelle 5: Stückliste Mechanische Komponenten

6.2.3 Technische Umsetzung

Das Gründgerüst besteht aus ITEM-Aluminiumprofilen die allen Ansprüchen an Stabilität gerecht wird und gleichzeitig eine leichte, aber gleichzeitig stabile Befestigung der Komponenten ermöglicht. Die Befestigung wurde mit M4 Nutensteinen und den dazugehörigen M4-Innensechskant-Schrauben realisiert. Um komplexe Geometrien zu ermöglichen aber auch gleichzeitig Kosten zu sparen, wurden alle Halterungen, Abdeckungen und die Walzen mit einem FDM-Drucker gedruckt. Dies ermöglicht einen kostengünstigen Austausch der normalerweise aus Aluminium gedrehten, Förderbandwalzen.

Der Vorgabe, dass ein hochkant aufgelegtes Bauteil nicht befördert werden darf, wurde mit einem Winkel (Kipphilfe) entgegengewirkt, welcher durch die definierte Höhe, ein weiterbefördern des Fördergutes verhindert, bzw. dafür sorgt, dass das Fördergut kippt.

6.2.4 Testing

Verantwortliche Person	Datum	Testablauf	Status
Christoph Egger	28.04.2019	Belastungstest Förderbandwalzen	erfolgreich
Christoph Egger	28.04.2019	Belastungstest Statik	erfolgreich
Christoph Egger	10.05.2019	Funktionstest Gesamtanlage	erfolgreich

Tabelle 6: Testing Mechanik

6.3 Elektronik

6.3.1 Rahmenbedingungen

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Jithin Njondimackal	30.03.2019	<ul style="list-style-type: none"> • Versorgungsspannung: 24V • Max. Stromverbrauch: <8A • Gleichstrommotor • Variable Drehzahl • Max. Geschwindigkeit: 250mm/s • Sensor Schlatabstand: 0-150mm • Stecker zwischen Förderband und RIO

6.3.2 Stückliste

Bauteil	Stück	Beschreibung	Position in der Stückliste
X1	2	Reihenklemmen (Grau) mit Brücke	13, 15
X3	4	Reihenklemmen (Blau) mit Brücke	12, 15
X4	2	Reihenklemmen (Grau) mit Brücke	13, 15
X5	1	Motor-Regler	4
X8	4	Reihenklemmen (Grau) mit Brücke	13, 16
X9	1	Förderband Stecker (Female)	5
X10	1	Digitalausgabemodul	-
X11	1	RIO Stecker (Male)	6
X12	1	Netzteil Anschluss	-
X13	1	Digitaleingabemodul	-
X14	1	Analogausgabemodul	-
X16	1	Reihenklemmen (Grau)	13
X17	1	Reihenklemmen (Grau)	13
X18	1	Reihenklemmen (Grau)	13
X19	1	Reihenklemmen (Grau)	13
X20	1	Reihenklemmen (Grau)	13
X21	1	Reihenklemmen (Grau)	13
X22	1	Reihenklemmen (Grau)	13
S1	1	AN/AUS-Wippschalter	18
S2,S3	1	NOT/HALT-Taste	2
Q1	1	Leistungsschutzschalter	10
K1	1	Relaismodul	9
M1	1	Getriebe Motor	17
B1	1	Sensor 1 Sender	1

B2	1	Sensor 2 Sender	1
B3	1	Sensor 1 Empfänger	1
B4	1	Sensor 2 Empfänger	1

Tabelle 7: Stückliste Elektronik

6.3.3 Technische Umsetzung

6.3.3.1 Schaltplan

Siehe **Anhang B**.

6.3.3.2 Anschluss Elektronik

Siehe **Anhang A**.

6.3.3.3 Auslegung Aktorik

Mit Bezug auf die Anforderungen der Anlage und die Auslegungsrechnung der Konstruktion wurde ein Getriebe Motor und ein Motor-Regler ausgewählt.

Auswahlkriterien Motor:

1. Benötigtes Drehmoment (**19,5 Nmm**)
2. Maximale Drehzahl (**max. 119 RPM**)

Auswahlkriterien Regler:

1. Leistungssteuerung mittels Spannung (**0-10V**)
2. Spannung und Strom für den Motor (**24V** und mind. **340mA**)

6.3.3.3.1 Benötigtes Drehmoment

Die Auslegungsrechnung legt ein Drehmoment von mindestens 19,5 Nmm fest.

Bemerkung: Die Berechnung des Drehmoments nimmt einen Durchmesser von **40mm** für die Antreibenerolle an. Zu beachten ist die Änderung des Rollen Durchmessers von **40mm** auf **30mm**, wodurch eine niedrigerer Drehmoment benötigt wird und stellt somit keinen Bedarf für eine Änderung des Motors.

Der ausgewählte Motor hat ein maximales Drehmoment von **500 Nmm**.

6.3.3.3.2 Maximale Drehzahl

Aus der Anforderung der maximalen Geschwindigkeit von 250mm/s und dem Wert des Rollendurchmessers wurde die Drehzahl des Motors als maximal 119 RPM festgelegt. Die Berechnung der maximalen Drehzahl wurde wie folgt durchgeführt.

$$n_{max} = \frac{v_{max} * 60}{R * \pi} = \frac{250 [mm/s] * 60}{40[mm] * \pi} \approx \mathbf{119[RPM]}$$

Formel 1: Drehzahlberechnung

Bemerkung: Diese Drehzahlberechnung nimmt einen Durchmesser von **40mm** für die antreibende Rolle an. Zu beachten ist die Änderung des Durchmessers von **40mm** auf **30mm**. Diese Änderung der Rolle wurde nach der Auswahl des Motor durchgeführt und hat eine Auswirkung auf die maximale Geschwindigkeit, welche nicht die 250mm/s überschreitet. Die Änderung hat keinen Einfluss auf die Auswahl des Motors.

Der ausgewählte Motor hat eine maximale Drehzahl von **81** RPM. Die maximale Geschwindigkeit beträgt **127mm/s**.

6.3.3.3.3 Leistungssteuerung mittels Spannung

Der Regler wird an einem analogen Ausgang des RIOs verbunden und mit einer Spannung zwischen 0V bis 10V angesteuert.

Der ausgewählte Regler kann mit einer Spannung von **0V bis 5V** gesteuert werden.

6.3.3.3.4 Motorspannung und Motorstrom

Der Motor wird mit 24V betrieben und benötigt bei dem maximalen Drehmoment einen Strom von 340mA.

Der ausgewählte Regler kann mit **24V** versorgt werden. Der Motor wird mit der Versorgungsspannung des Reglers betrieben. Der Regler kann einen maximalen Strom von **5A** liefern.

6.3.3.3.5 Kenndaten Motor

Drehmoment	500 Nmm
Drehzahl ohne Last	81 RPM
Drehzahl bei max. Drehmoment	55 RPM
Versorgungsspannung	24 V
Stromaufnahme ohne Last	<70 mA
Stromaufnahme bei max. Drehmoment	340 mA
Max. Leistung	8.16W

Tabelle 8: Motor Kenndaten

6.3.3.3.6 Kenndaten Regler

Versorgungsspannung	9-28 V
Stromaufnahme Regler (angenommen)	200 mA
Ausgangsstrom	≤5 A
Leistungssteuerung	Mittels 4,7 kΩ Potentiometer oder 0-5 V

Tabelle 9: Regler Kenndaten

6.3.3.4 Auslegung Sensorik

Es werden Einweg-Lichtschränken für die optischen Sensoren verwendet.

Auswahlkriterien Sensoren:

1. Schaltabstand (**0-150mm Bereich**)

6.3.3.4.1 Schaltabstand des Sensors

Das Bauteil muss in einem Abstand von 0mm bis 150mm erkannt werden.

Der Ausgewählte Sensor kann ein Bauteil in einem Abstand von **0mm bis 2000mm** erkennen.

6.3.3.4.2 Kenndaten Sensor

Versorgungsspannung	10-30 V
Stromaufnahme	≤20mA
Ausgangsstrom	<50 mA
Schaltabstand	0-2000 mm
Lichtart	sichtbares Rotlicht

Tabelle 10: Sensor Kenndaten

6.3.3.5 Auswahl Kabelquerschnitt

Für die Übertragung der Leistung an das Förderband wurde mittels folgender Rechnung ein Kabelquerschnitt für die Versorgungsleistung festgelegt.

$$A = \frac{1,732 * L * I * \eta}{y * U_a} = \frac{1,732 * 1000[mm] * 1,640[A] * 0,9}{58 * 10^3 \left[\frac{S}{mm} \right] * 0,72[V]} \approx 0,07[mm^2]$$

Formel 2: Leitungsquerschnitt Berechnung

Für die Verkabelung der Bauteile des Förderbands werden Kabellitzen mit einem Querschnitt größer als **0,07mm²** verwendet.

6.3.4 Testing

Verantwortliche Person	Datum	Testablauf	Status
Jithin Njondimackal	28.4.2019	Test Motordrehzahl	erledigt

Tabelle 11: Testing Elektronik

6.4 Software

6.4.1 Rahmenbedingungen

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Ertugrul Güler	27.04.2019	<ul style="list-style-type: none">• Variable Drehzahlregelung (0-100%)• Eingestellte Geschwindigkeit im HMI muss ≥ 0 sein, um den Automatikbetrieb zu starten.• Zeitliche Abschaltung wenn kein Gegenstand auf dem Förderband. Abschaltzeit ist proportional zur Geschwindigkeit und ist mit 10s bei 100% definiert.• Bei Auto-Stopp wird das Bauteil bis zum jeweiligen Sensor in der aktuellen Motorrichtung befördert.• Zyklen während dem Automatikbetrieb wird gezählt und kann in der HMI zurückgesetzt werden.• Im Tippbetrieb kann das Bauteil nur zwischen den zwei Sensoren bewegt werden.

6.4.2 Stückliste

Komponente	Anz.	Beschreibung
S7-1500 1516-3 PN/DP	1	ArtikelNr.: 6ES7 516-3AN01-0AB0
PROFINET IO-Device Interfacemodul	1	ArtikelNr.: 6ES7 155-5AA01-0AB0
Digitaleingabemodul	1	ArtikelNr.: 6ES7 521-1BL00-0AB0
Digitalausgabemodul	1	ArtikelNr.: 6ES7 522-1BL01-0AB0
Analogausgabemodul	1	ArtikelNr.: 6ES7 532-5HF00-0AB0

Tabelle 12: Stückliste Software

6.4.3 Technische Umsetzung

Die Software für das Förderband wurde anhand des Zustandsdiagramms in **Abbildung 3**: Zustandsdiagramm erstellt. Es wurden 8 Zustände definiert, die in einer Zustandsvariable mit dem Datentyp Byte gespeichert sind, wobei jedes Bit einen Zustand aktiviert. Zum gleichen Zeitpunkt ist maximal nur ein Bit gesetzt.

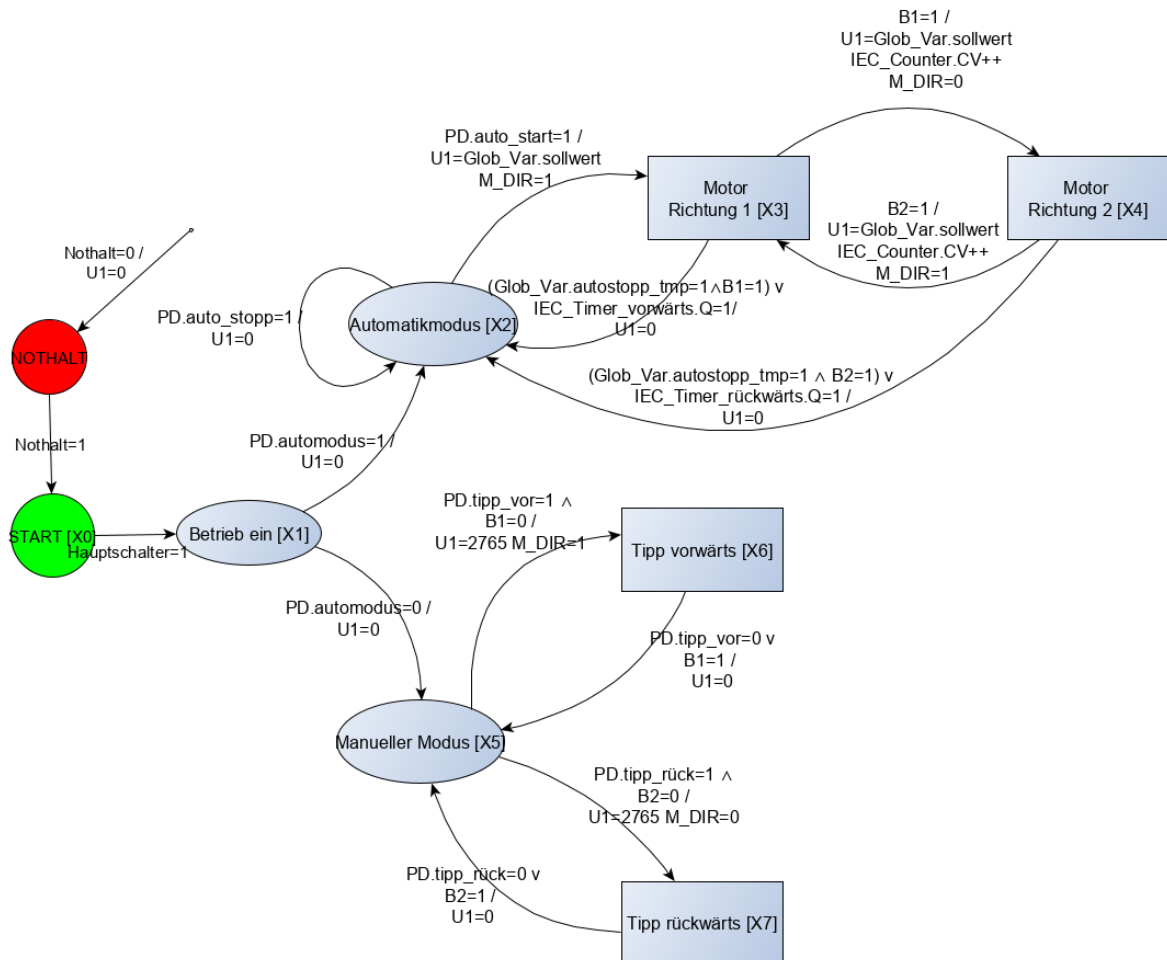


Abbildung 3: Zustandsdiagramm

6.4.4 Testing

Verantwortliche Person	Datum	Testablauf	Status
Ertugrul Güler	28.04.2019	Simulation mit Step 7 PLCSIM V15	erfolgreich

Die Software wurde mit S7-PLCSIM V15 mit der Simulationstabelle in **Abbildung 4**: Simulationstabelle simuliert und getestet.

SIM-Tabelle_1							
	Name	Adresse	Anzeigeformat	Überwa...	Bits	Konsiste...	
	Notaus:P	%I0.2:P	Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Hauptschalter:P	%I0.3:P	Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	B1:P	%I0.0:P	Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	B2:P	%I0.1:P	Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	M_DIR	%Q0.0	Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	U1	%QW4	DEZ+/-	0		0	
	Glob_Var.Zustände		Hex	16#00		16#00	
	Glob_Var.sollwert		DEZ+/-	0		0	
	Glob_Var.calc_time		DEZ+/-	0		0	
	Prozessdaten.Input.tipp_vor		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Input.tipp_rück		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Input.auto_start		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Input.auto_stopp		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Input.automodus		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Input.zyklen_reset		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Input.soll_drehzahl		DEZ+/-	0		0	
	Prozessdaten.Output.betrieb_ein		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.notaus		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.sensor_vorne		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.sensor_hinten		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.zyklen		DEZ+/-	0		0	
	Prozessdaten.Output.bewegung_vorwaerts		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.bewegung_rueckwaerts		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.auto_aktiv		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	IEC_Timer_vorwärts_DB.ET		Uhrzeit	T#0MS		T#0MS	
	IEC_Timer_vorwärts_DB.PT		Uhrzeit	T#0MS		T#0MS	
	IEC_Timer_vorwärts_DB.IN		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	IEC_Timer_vorwärts_DB.Q		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	IEC_Timer_rückwärts_DB.ET		Uhrzeit	T#0MS		T#0MS	
	IEC_Timer_rückwärts_DB.PT		Uhrzeit	T#0MS		T#0MS	
	IEC_Timer_rückwärts_DB.IN		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	IEC_Timer_rückwärts_DB.Q		Boolesch	FALSE		<input type="checkbox"/> FALSE	
	Prozessdaten.Output.meldungen		Hex	16#0000		16#0000	

Abbildung 4: Simulationstabelle

6.5 UX (User Experience)

6.5.1 Rahmenbedingungen

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Martin Kritzl	28.04.2019	<ul style="list-style-type: none">• Auflistung von Sicherheitshinweisen• Bereitsstellen eines User-Manuals zur einfachen Bedienung• Auflistung der Bedienmöglichkeiten• Erläuterung der Betriebsvorgänge• Anführung möglicher Fehlerbehebungen

6.5.2 Stückliste

Komponente	Anz.	Beschreibung
HMI: KTP700 Basic PN	1	Artikelnr.: 6AV2 123-2GB03-0AX0

Tabelle 13: Stückliste UX

6.5.3 Technische Umsetzung

6.5.3.1 Sicherheitshinweise

In Tabelle 14 sind Sicherheitshinweise zu finden, die beim Betrieb des Förderbandes zu beachten sind. Zusätzlich darf das Förderband nur von Lektoren bzw. Studierenden, welche die Laborordnung unterschrieben haben, bedient werden. Es ist dafür zu sorgen, dass niemand anderer die Anlage im Betrieb nimmt.

Kategorie	Beschreibung
Verletzungsgefahr Band	Es besteht die Möglichkeit an den beiden Enden des Förderbandes, sowie unterhalb der Transportfläche, zwischen Riemen und fixierten Bauteilen eingeklemmt zu werden. Achten Sie deswegen darauf, sowohl mit Kleidungsstücken als auch mit Körperteilen nicht in die Nähe dieser stellen zu gelangen.
Verbrennungsgefahr Motor	Der auf der Unterseite platzierte Motor kann bei längerem Betrieb eine erhöhte Temperatur erreichen und demnach bei Berührung zu Verbrennungen führen.
Verletzungsgefahr elektrische Bauteile	Entfernen Sie unter keinen Umständen Abdeckungen während des Betriebs. Wenn Wartungen durchzuführen sind, so muss die Versorgungsleitung zuerst getrennt werden.

Umfallen des Förderbandes	Es ist stets darauf zu achten, dass das Förderband auf einer horizontalen Fläche aufgestellt wird. Sollte dies nicht der Fall sein, kann es zu einem Umfallen des Förderbandes und demnach zu einer Quetschung kommen. Ebenso ist eine horizontale Belastung des Förderbandes zu vermeiden.
Herunterfallen des Bauteils	Es ist darauf zu achten das zu befördernde Bauteil mit seiner gesamten Grundfläche auf das Band zu legen. Ansonsten kann es zu einem Herunterfallen des Bauteils kommen und demnach zu einer Quetschung.
Schnittgefahr Bandkante	Je nach Beförderungsgeschwindigkeit kann es zu einer Schnittverletzung kommen, wenn die Kante des Bandes berührt wird.
Verbrennungsgefahr Laufseite des Bandes	Je nach Beförderungsgeschwindigkeit kann es zu einer Verbrennung kommen, wenn die Laufseite (Unterseite des Bandes) berührt wird.

Tabelle 14: Warnhinweise

6.5.3.2 Voraussetzungen für Betrieb

Geräte:

- Siemens S7-1500 inklusive Remote-IO sowie die dazugehörigen Eingangs- und Ausgangskarten
- Siemens KTP700 Basic HMI (optional)
- Computer, der an die SPS angeschlossen ist und das Programm TIA Portal (Version 15) installiert hat. Sollte kein HMI zur Verfügung stehen, so muss dieser Computer dauerhaft für die Verwendung des Förderbandes zur Verfügung stehen.

Vorbereitungen:

- Der zur Verfügung gestellte Stecker muss laut Schaltplan an das RIO angeschlossen sein. Dieser muss wiederum mit dem Stecker des Förderbandes verbunden sein.
- Das zur Verfügung gestellte TIA-Archive muss dearchiviert werden und auf die SPS hochgeladen werden. Wird das physische HMI verwendet, so muss auch auf dieses hochgeladen werden. Ansonsten muss es direkt in TIA-Portal simuliert werden.

6.5.3.3 Bedienung

Im folgenden Kapitel wird genauer auf die Bedienung des Förderbandes eingegangen. Dabei ist die Bedienung in zwei Teile unterteilt:

- Die Bedienung am Förderband selbst
- Die Bedienung am HMI bzw. Simulation am PC

Die Erläuterung der einzelnen Interaktionsstellen sind in Abbildung 5 und Abbildung 6 zu finden. Direkt darunter ist dann die Erklärung in textueller Form zu finden.

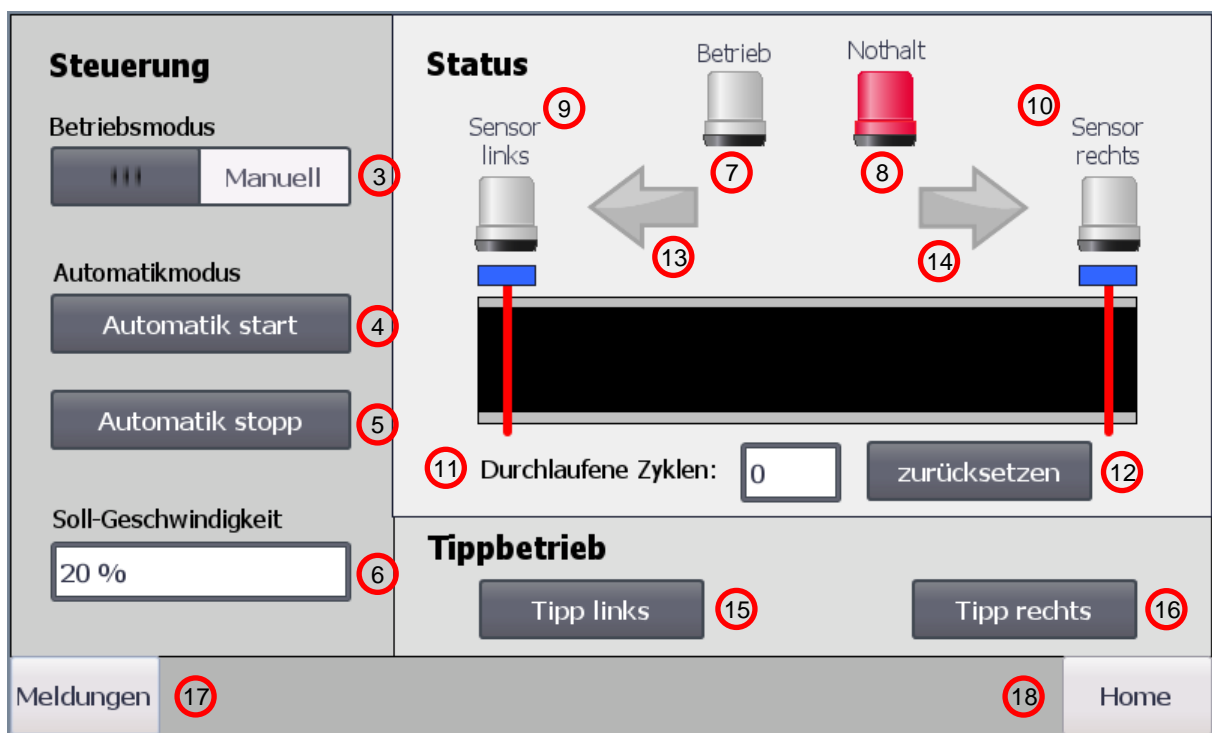


Abbildung 5: Darstellung „Home“ des HMI

Nr.	Zeit	Datum	Text
NA 4	17:31:40	28.04.2019	Anlage wurde gestoppt
NA 3	17:31:37	28.04.2019	Anlage wurde gestartet
<div>19</div>			
Meldungen	Quittieren	20	Home

Abbildung 6: Darstellung „Meldungen“ des HMI

Nummer	Bezeichnung	Beschreibung
Physisch		
1	Hauptschalter	Dieser Schalter versorgt das Förderband mit Strom. Angebracht ist dieser mittig unterhalb des Bandes.
2	Nothalt	Durch die Betätigung des Nothalts, stoppt die Anlage sofort. Angebracht ist dieser am Boden der Vorderseite.
HMI - Steuerung		
3	Betriebsmodus	Durch diesen Schalter lässt sich das Förderband entweder im Automatik-Modus fahren oder im Tippbetrieb
4	Automatik start	Wenn der Betriebsmodus „Auto“ aktiv ist und diese Schaltfläche gedrückt wird, so startet das Förderband in den Automatik-Modus.
5	Automatik stopp	Durch diese Schaltfläche wird das Förderband beim Erreichen des nächsten Sensors gestoppt.
6	Soll-Geschwindigkeit	Ermöglicht die Eingabe einer prozentuellen Geschwindigkeit (0-100%)

HMI - Status		
7	Betrieb	Zeigt den momentanen Betriebs-Status an. Grau: das Förderband ist abgedreht Gelb: das Förderband ist eingeschalten, fährt aber nicht automatisch. Ebenfalls im Tippbetrieb Grün: das Förderband bewegt sich im Automatik-Modus
8	Nothalt	Leuchtet rot, wenn der Nothalt ausgelöst ist.
9	Sensor links	Leuchtet gelb, wenn der Sensor links ausgelöst ist.
10	Sensor rechts	Leuchtet gelb, wenn der Sensor rechts ausgelöst ist.
11	Durchlaufene Zyklen	Zeigt an, wie viele Zyklen (je Richtung) das Förderband, seit letztem Start bzw. zurücksetzen, durchlaufen hat.
12	Zyklen zurücksetzen	Setzt die durchlaufenen Zyklen auf 0 zurück. Dies hat keine weitere Auswirkung auf den Betrieb.
13	Links	Der Pfeil nach links zeigt eine momentane Linksbewegung an. Dies ist unabhängig vom momentanen Betriebsmodus.
14	Rechts	Der Pfeil nach rechts zeigt eine momentane Rechtssbewegung an. Dies ist unabhängig vom momentanen Betriebsmodus.
HMI - Tippbetrieb		
15	Tipp links	Durch diese Schaltfläche bewegt sich das Förderband nach links für die Dauer des Drückens.
16	Tipp rechts	Durch diese Schaltfläche bewegt sich das Förderband nach rechts für die Dauer des Drückens.
HMI - Navigation		
17	Home	Durch diese Schaltfläche wird das Bild Home angezeigt.
18	Meldungen	Durch diese Schaltfläche wird das Bild Meldungen angezeigt.
HMI - Meldungen		

19	Liste	Hier werden alle Meldungen angezeigt, die noch nicht quittiert wurden.
20	Quittieren	Durch diese Schaltfläche werden alle Meldungen quittiert.

Tabelle 15: Interaktionsmöglichkeit des Förderbandes

Ein-/ Ausschalten des Förderbandes:

Bevor dieser Schritt ausgeführt werden darf, muss Kapitel „6.5.3.1 Sicherheitshinweise“ gelesen werden. Davor empfiehlt es sich ebenfalls Kapitel „6.5.3.2 Voraussetzungen für Betrieb“ zu lesen.

Aufgedreht wird das Förderband mit dem Hauptschalter (1), der die Elektronik mit Strom versorgt. Nun leuchtet die Lampe Betrieb (7) gelb und signalisiert, dass die Anlage gestartet ist.

Tippbetrieb:

Wurde das Förderband bereits gestartet und ist der Betriebsmodus (3) auf „Manuell“ gestellt, so kann über die beiden Schaltflächen „Tipp links“ (15) und „Tipp rechts“ (16) das Förderband nach links bzw. rechts bewegt werden. Dabei signalisieren die Pfeile (13) und (14) die jeweilige Richtung.

Automatikbetrieb:

Wurde das Förderband bereits gestartet und ist der Betriebsmodus (3) auf „Auto“ gestellt, so kann der Automatikmodus über die Schaltfläche „Automatik start“ (4) gestartet werden. In diesem Modus fährt das Förderband zuerst so lange in Richtung rechts, bis der rechte Sensor ausgelöst wird. Dann dreht sich die Richtung um und läuft in die andere Richtung, bis wiederum der linke Sensor ausgelöst wird. Danach startet der Vorgang wieder.

Sollte nach einer bestimmten Zeit keiner der Sensoren ausgelöst werden, so wird der Automatikmodus abgeschaltet und eine entsprechende Meldung wird angezeigt.

Jedes Mal wenn einer der beiden Sensoren ausgelöst wird, so wird der Counter für die durchlaufenen Zyklen erhöht und im Feld „Durchlaufene Zyklen“ (11) dargestellt. Zurückgesetzt kann diese Zahl durch die Schaltfläche „zurücksetzen“ (12) erfolgen.

Meldungen:

Im Bild „Meldungen“ werden aufgetretene Meldungen angezeigt. Folgende Meldungen sind vorhanden:

- Warnung: Gegenstand wurde entnommen und daraufhin eine automatische Abschaltung vorgenommen
- Warnung: Nothalt wurde ausgelöst
- Info: Anlage wurde gestartet
- Info: Anlage wurde gestoppt

Durch die Schaltfläche „Quittieren“ (20) können alle angezeigten Meldungen quittiert werden und scheinen dadurch auch nicht mehr auf.

6.5.3.4 Fehlerbehebungen

In Tabelle 16 finden Sie häufiger vorkommende Probleme und wie Sie diese beheben können.

Fehlerbeschreibung	Fehlerbehebung
Kein Bild am HMI	Überprüfen Sie die Stromversorgung und Netzwerkverbindung des HMI. Laden Sie gegebenenfalls die Daten erneut in das HMI.
Keine Reaktion des HMI	Wenn bei der Soll-Geschwindigkeit nur „#“ stehen, dann ist die Verbindung mit der SPS nicht gegeben. Überprüfen Sie die Netzwerkverbindung der SPS bzw. HMI. Laden Sie gegebenenfalls das Programm erneut auf die SPS. Anderen Falls überprüfen Sie den Anschluss des Förderbandes und ob der „Hauptschalter“ (1) aktiviert ist.
Die Automatik startet nicht	Wenn die Leuchte „Betrieb“ (7) grau ist, überprüfen Sie den Anschluss des Förderbandes und ob der „Hauptschalter“ (1) aktiviert ist. Wenn die Leuchte „Betrieb“ (7) gelb ist, schalten Sie den „Betriebsmodus“ (3) auf „Auto“.

Tabelle 16: Fehlerbehebungen

6.5.4 Testing

Verantwortliche Person	Datum	Testablauf	Status
Martin Kritzl	23.04.2019	Mehrmaliges Betätigen der Schaltflächen am physischen HMI um Benutzbarkeit zu testen.	erfolgreich
Martin Kritzl	28.04.2019	Simulation ob Tasteneingaben übernommen werden.	erfolgreich
Martin Kritzl	28.04.2019	Simulation ob alle Werte der Steuerung in dem HMI angezeigt werden.	erfolgreich
Martin Kritzl	28.04.2019	Simulation ob die vier Meldungen korrekt aktiviert werden und quittiert werden können.	erfolgreich

Tabelle 17: Testing UX

6.6 Sicherheit

6.6.1 Rahmenbedingungen

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Christoph Egger	30.3.2019	<ul style="list-style-type: none">• Not-Halt-Funktion• Warnhinweise• Risikominimierung durch konstruktive Maßnahmen

6.6.2 Risikoanalyse

Die Risikoanalyse ist dem Verzeichnis "Technische Dokumentation" unter der Bezeichnung "Risikoanalyse.xlsx" zu entnehmen.

6.6.3 Technische Umsetzung

Die in der Risikoanalyse angeführten Punkte wurden durch konstruktive Maßnahmen entschärft oder durch Warnhinweise dem Benutzer der Anlage vermittelt. Weitere Hinweise zur korrekten, sichere Bedienung der Anlage können der Bedienungsanleitung beziehungsweise dem Kapitel "Useability UX" entnommen werden. Falls nachgewiesen werden kann, dass Warnhinweise ignoriert, bzw. Sicherheitseinrichtungen umgangen wurde, übernimmt Innomotion keine Haftung für etwaige Schäden an Mensch oder Maschine.

7 Inbetriebnahmevorschriften

Die Inbetriebnahme ist allein durch dafür befugte Personen des Projektteams "InnoMotion" durchzuführen. Hierzu muss die Inbetriebnahmeanleitung herangezogen werden um eine unsachgemäße Verwendung des Förderbands und etwaige Schäden, die dabei entstehen könnten, zu verhindern.

8 Wartung

Verantwortliche Person	Datum	Bullet-Points
Christoph Egger	28.4.2019	<ul style="list-style-type: none">• Sichtprüfung• Funktionsprüfung• Austausch beschädigter Komponenten• Haftung

Wartungen sind vorgesehen und sind durch den Kunden/Auftraggeber in Intervallen von 6 Monaten (Semesterweise) durchzuführen.

Die Wartung besteht folgenden Vorgängen die in der vorgegebenen Reihenfolge durchzuführen sind:

1. Anlage stromfrei schalten und auf Stromfreiheit prüfen.
2. Spannung des Förderbandes durch Lösen der Spannschraube entfernen.
3. Sichtprüfung der mechanisch belasteten 3D-Druck-Teile:
Motoraufhängung, Zahnradumhausung, Förderbandwalzen
4. Sichtprüfung der mechanisch belasteten Zukaufteile:
Rillenkugellager, Zahnräder, Förderband, Motor
5. Sichtprüfung der Sensoren:
Optische Begutachtung der Sensorfenster
6. Sichtprüfung der Elektronik:
Nach dem Öffnen des Gehäuses:
Begutachtung ob Leitungen sich gelöst haben

Falls an einer Stelle der Begutachtung ein Defekt entdeckt werden konnte, muss dieses Bauteil vor der erneuten Inbetriebnahme ersetzt werden. Die jeweiligen Bezeichnungen und Artikelnummern können aus der Stückliste entnommen werden.

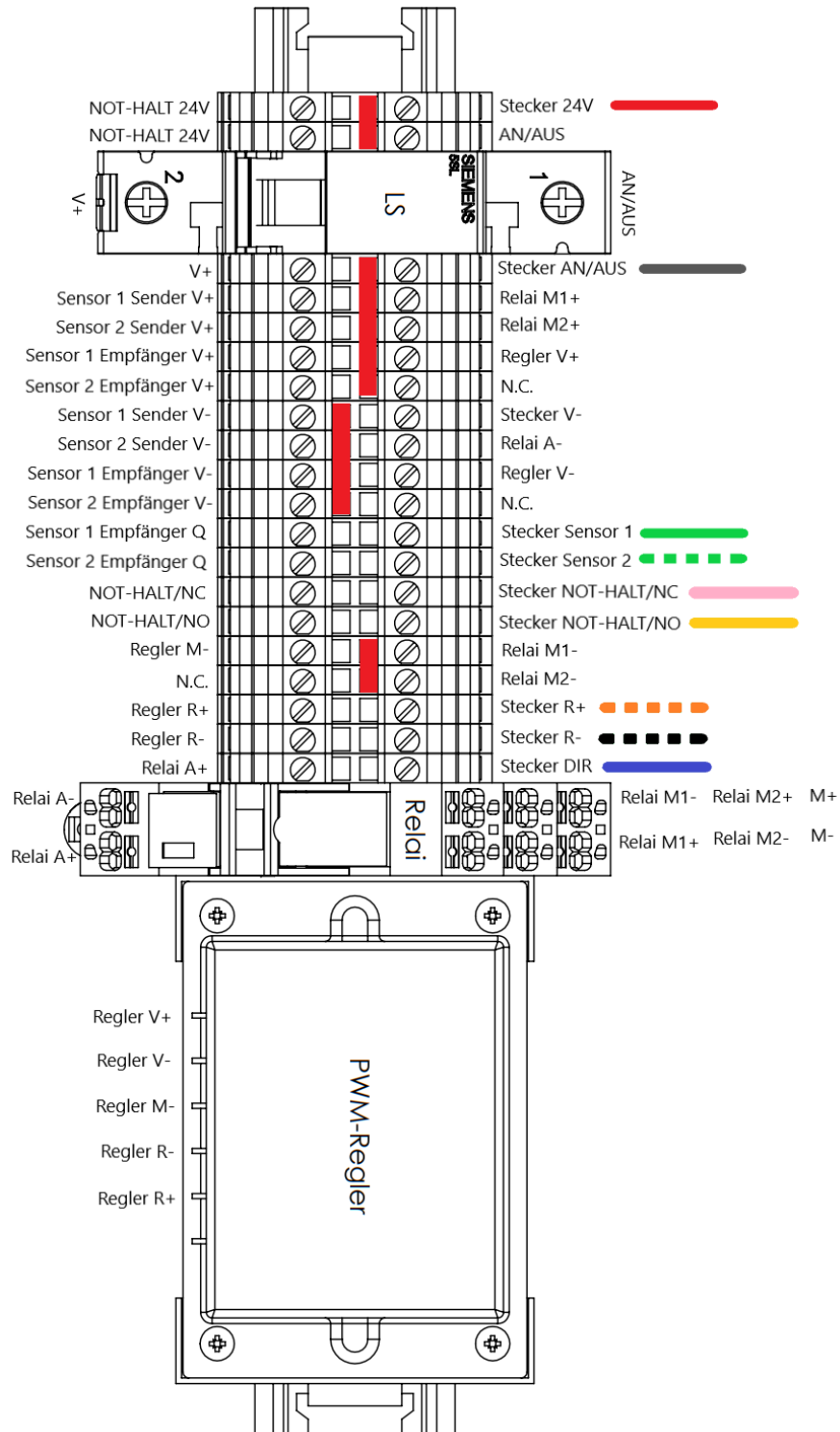
Abbildungsverzeichnis

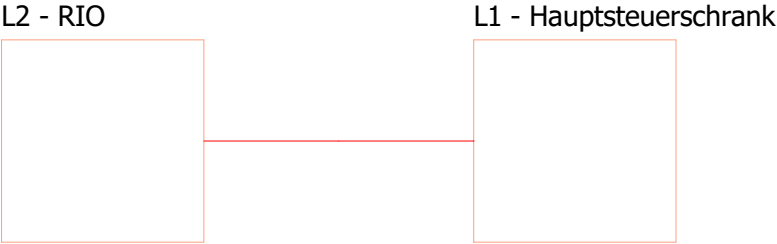
Abbildung 1: Funktionsmodell.....	5
Abbildung 2: Wirkmodell.....	5
Abbildung 3: Zustandsdiagramm	18
Abbildung 4: Simulationstabelle.....	19
Abbildung 5: Darstellung „Home“ des HMI.....	22
Abbildung 6: Darstellung „Meldungen“ des HMI.....	23

Tabellenverzeichnis

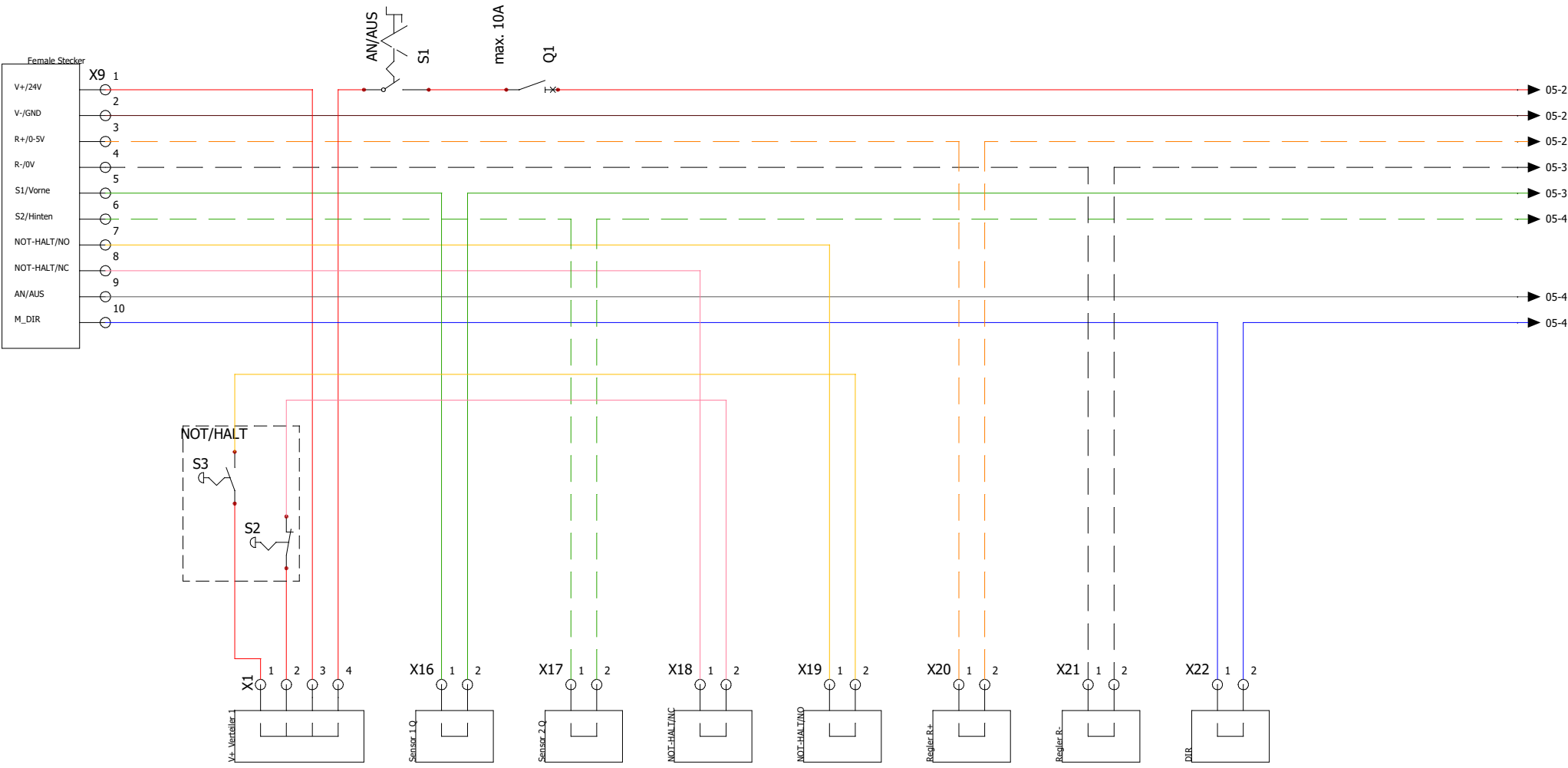
Tabelle 1: Version	4
Tabelle 2: Verantwortlichkeiten	4
Tabelle 3: Versandkosten	7
Tabelle 4: Testprotokoll Bauteile	7
Tabelle 5: Stückliste Mechanische Komponenten	10
Tabelle 6: Testing Mechanik	11
Tabelle 7: Stückliste Elektronik	13
Tabelle 8: Motor Kenndaten.....	15
Tabelle 9: Regler Kenndaten	15
Tabelle 10: Sensor Kenndaten	15
Tabelle 11: Testing Elektronik.....	16
Tabelle 12: Stückliste Software	17
Tabelle 13: Stückliste UX	20
Tabelle 14: Warnhinweise.....	21
Tabelle 15: Interaktionsmöglichkeit des Förderbandes	25
Tabelle 16: Fehlerbehebungen	26
Tabelle 17: Testing UX	27

9 Anhang A





InnoMotion BMR4	Leitungsplan Anhang A					REVISION
						0
		0	07/04/2019	Jithin Njondimackal		SCHEME
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	
CONTRACT:	LOCATION: L1	Hauptsteuerschrank			Benutzerdaten 1	Benutzerdaten 2



InnoMotion BMR4

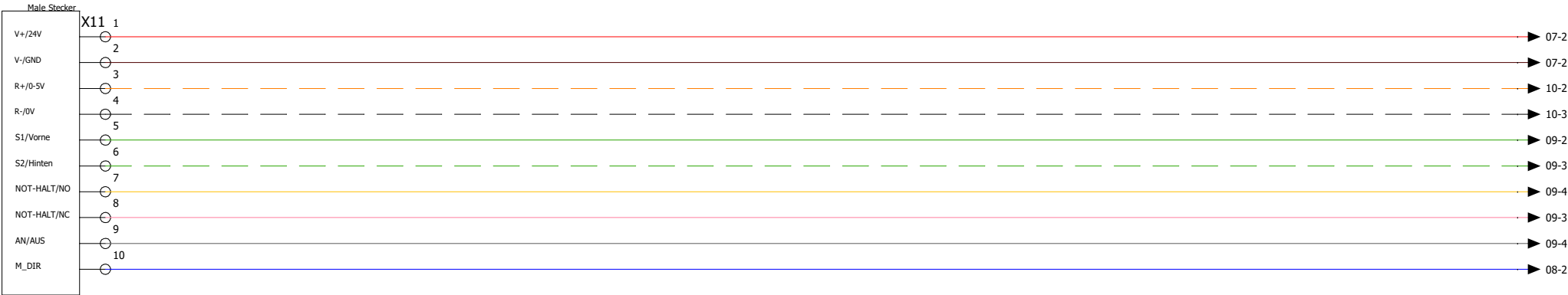
Förderband Stecker
Anhang A

CONTRACT: LOCATION: L1 Hauptsteuerschrank

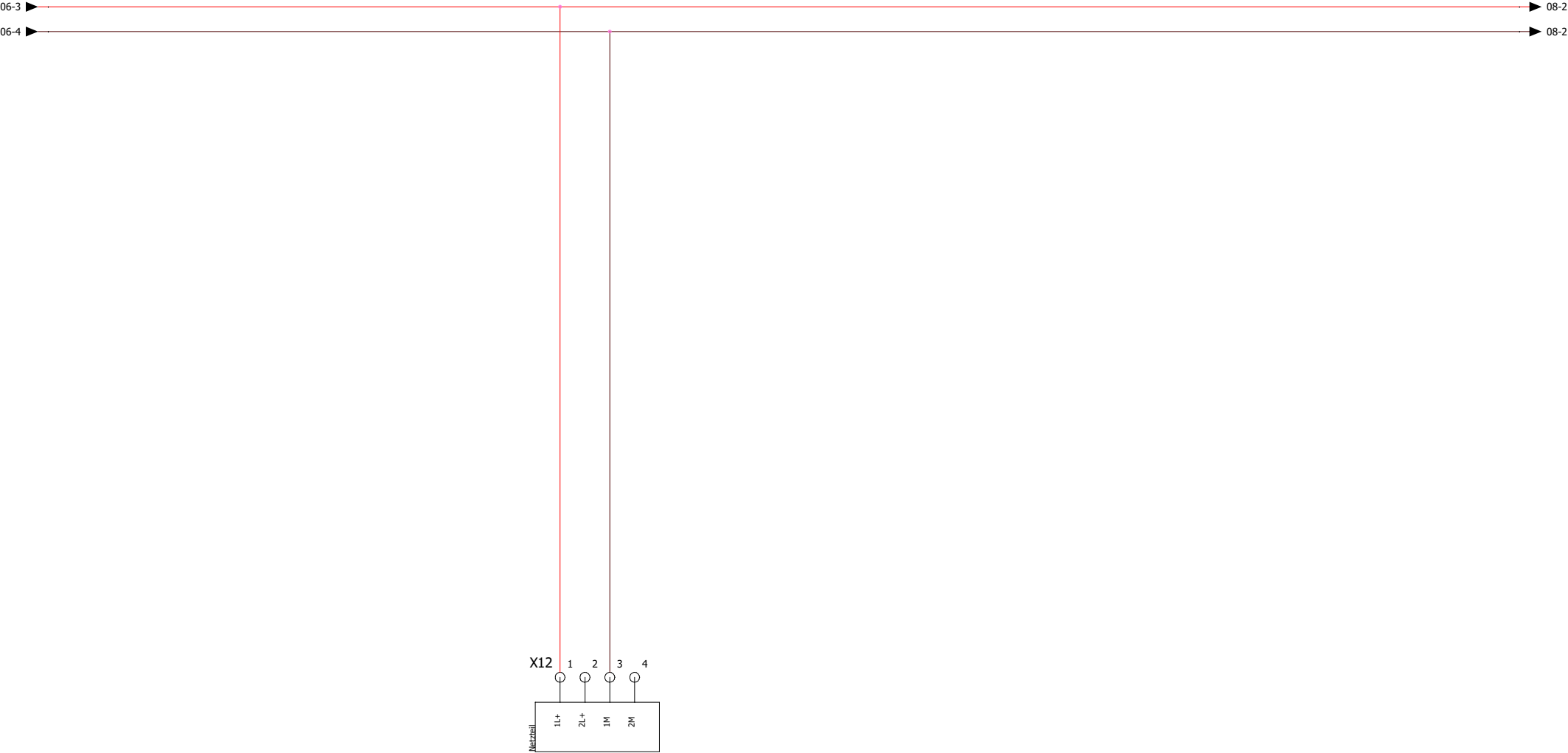
				REVISION
				0
0	07/04/2019	Jithin Njondimackal		
REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME
				04
Benutzerdaten 1			Benutzerdaten 2	



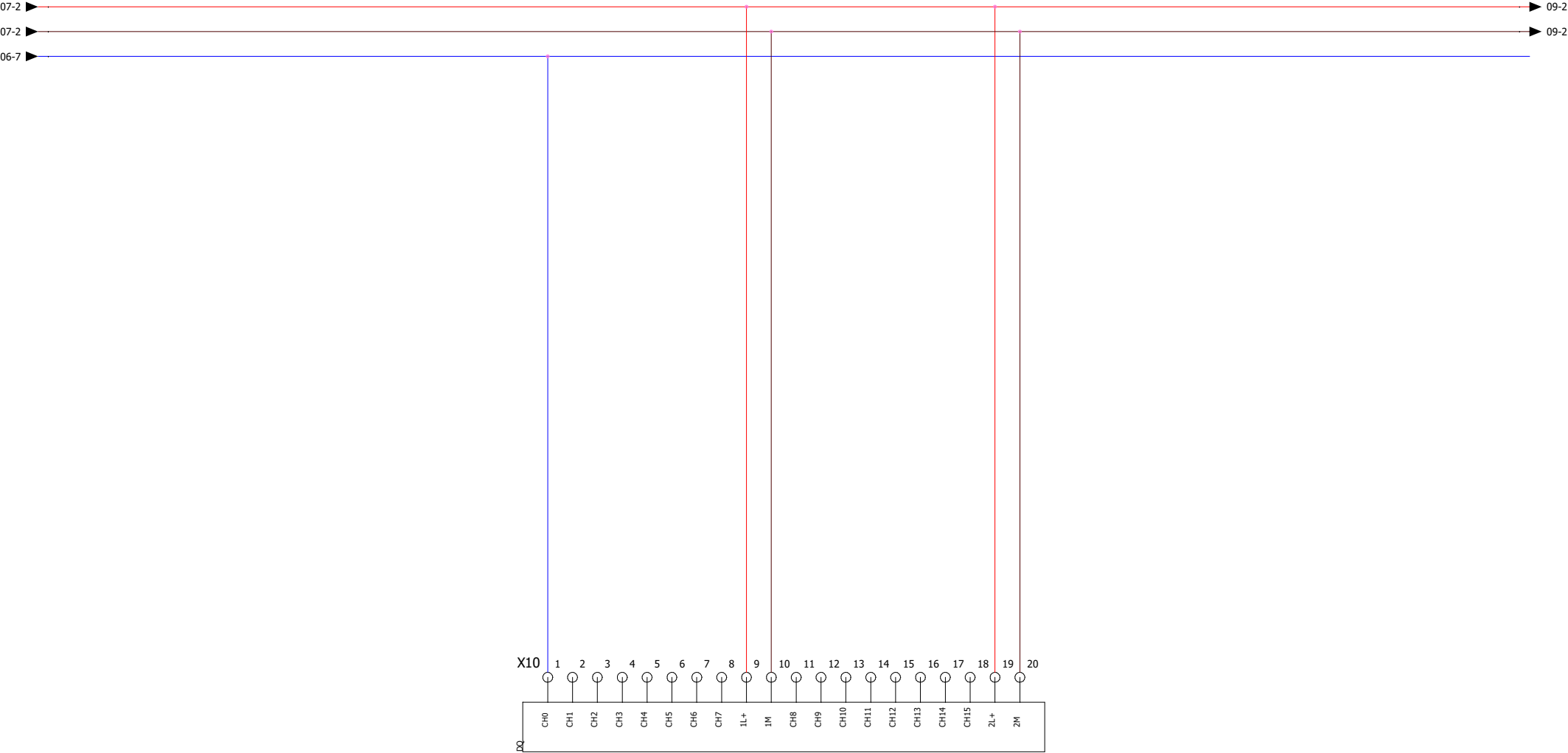
InnoMotion BMR4	Förderband Steuerung Anhang A					REVISION	
						0	
		0	07/04/2019	Jithin Njondimackal			
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME	
CONTRACT:	LOCATION: L1	Hauptsteuerschrank			Benutzerdaten 1	Benutzerdaten 2	05



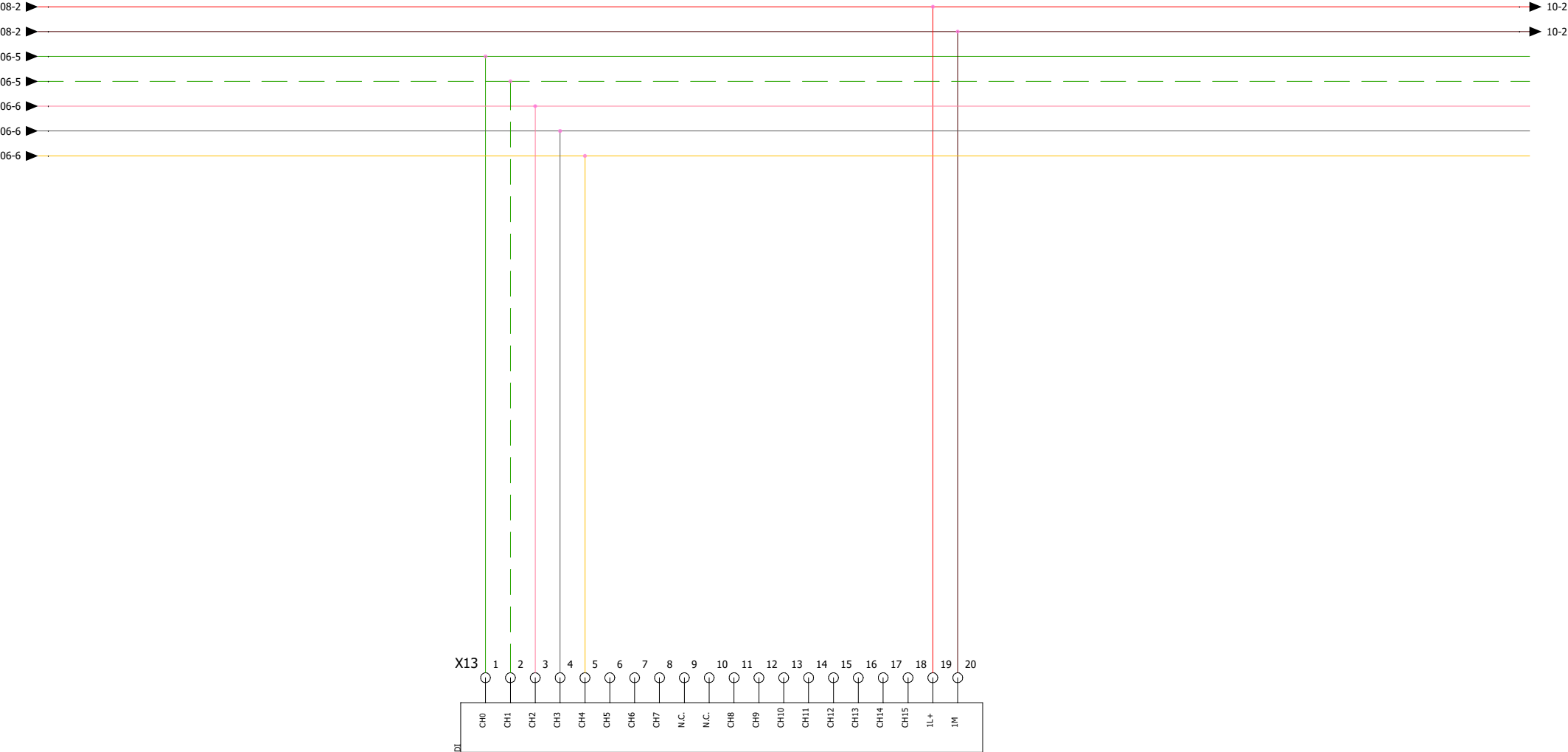
InnoMotion BMR4	RIO Stecker Anhang A					REVISION
						0
		0	17/04/2019	Jithin Njondimackal		SCHEME
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	06
CONTRACT:	LOCATION: L2	RIO			Benutzerdaten 1	Benutzerdaten 2



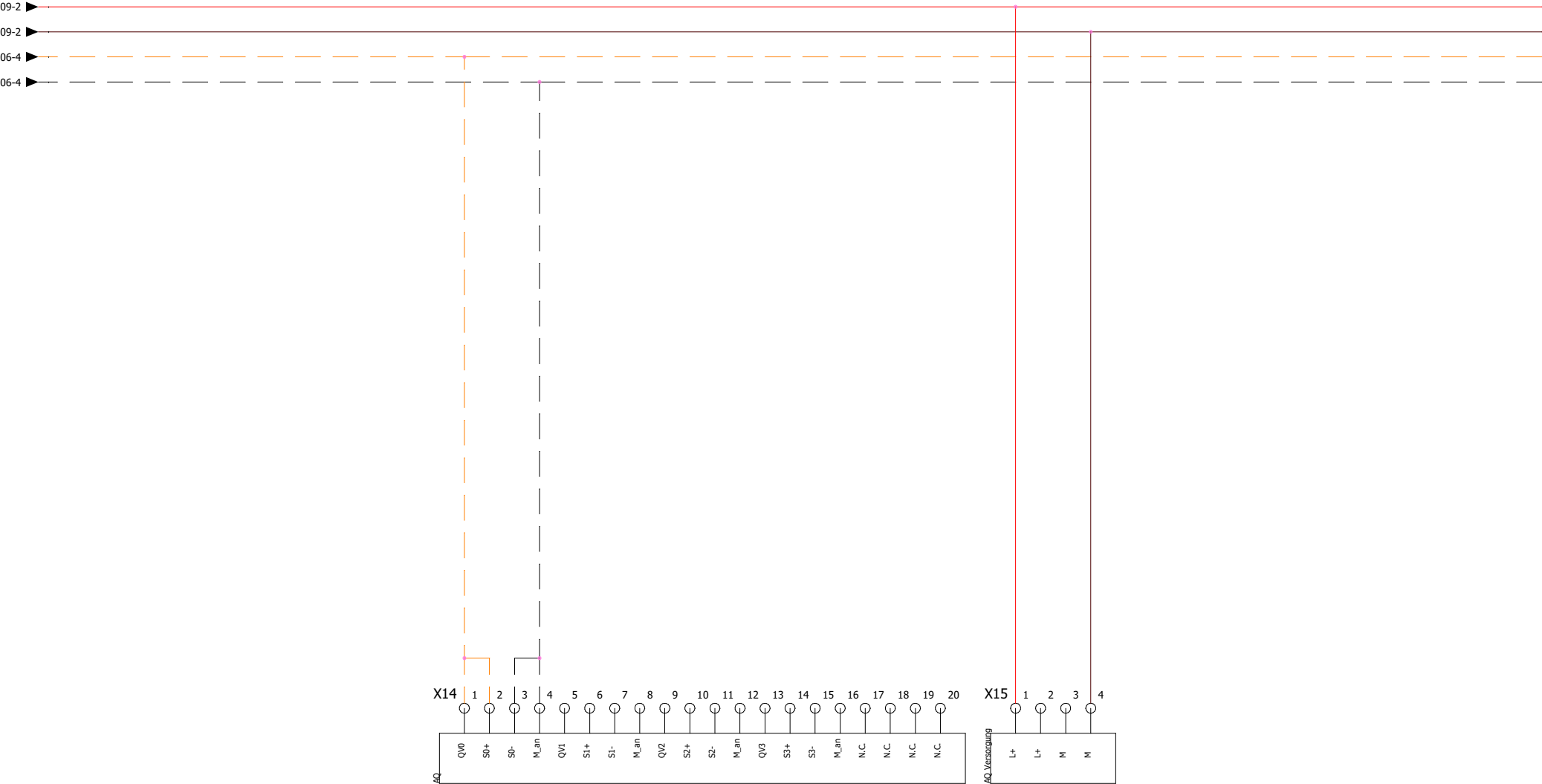
InnoMotion BMR4	Netzteil Anhang A					REVISION
						0
		0	17/04/2019	Jithin Njondimackal		SCHEME
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	07
CONTRACT:	LOCATION: L2	RIO			Benutzerdaten 1	Benutzerdaten 2



InnoMotion BMR4	RIO DQ Anhang A					REVISION
						0
		0	17/04/2019	Jithin Njondimackal		SCHEME
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	08
CONTRACT:	LOCATION: L2	Benutzerdaten 1			Benutzerdaten 2	
RIO						



InnoMotion BMR4	RIO DI Anhang A					REVISION
						0
		0	17/04/2019	Jithin Njondimackal		SCHEME
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	09
CONTRACT:	LOCATION: L2	Benutzerdaten 1			Benutzerdaten 2	



InnoMotion BMR4	RIO AQ Anhang A					REVISION	
						0	
		0	17/04/2019	Jithin Njondimackal			
		REV.	DATE	NAME	CHANGES	SCHEME	
CONTRACT:	LOCATION: L2	RIO	Benutzerdaten 1			Benutzerdaten 2	10