

Phase 1

Stefan Lie-Ungurean

10. Februar 2026

1 Sensor-/Aktor-Zuordnung

Nr.	Sensor/Aktor	Zugriff Code	Benutzung
1	Encoder	EncodPos	Position des Schlittens bestimmen
2	Motor	McDir und McGo	Motor steuern und somit den Schlitten bewegen
3	magnetische Endschalter	MagE_D und MagE_U	Endpositionen (oben/unten) erkennen
4	Joystick up/down	JOY_UD	Schlitten im manuellen Modus bewegen

Tabelle 1: Sensoren und Aktoren für den Schlitten

Nr.	Sensor/Aktor	Zugriff Code	Benutzung
1	Zylinder	ZylUp/ZylDo	Einen Gegenstand heben oder in den Behälter absenken
2	LEDs0-3	LED0-LED3	Anzeigen, welche Behälter (1–4) in Benutzung sind (LED ein/aus) (6)
3	Joystick links/rechts	JOY_LR	Zylinder im manuellen Modus bewegen

Tabelle 2: Sensoren und Aktoren für die Behälterdarstellung und Zylinderbewegung

Nr.	Sensor/Aktor	Zugriff Code	Benutzung
1	optischer Näherungsschalter	OptNS	Erkennen, ob Objekt hell oder dunkel ist
2	induktiver Näherungsschalter	IndNS_as und IndNS_ag	Erkennen, ob Objekt aus Metall besteht
3	LEDs4-7	LED4-LED7	Anzeigen, welches Material eingelegt ist (7)
4	kapazitiver Näherungsschalter	PosELM	Prüfen, ob Gegenstand in Abholposition eingelegt ist
5	Elektromagnet	ElMag	Gegenstand auswerfen, wenn Galvanisierung abgeschlossen

Tabelle 3: Sensoren und Aktoren zur Materialerkennung

Nr.	Sensor/Aktor	Zugriff Code	Benutzung
1	Lichtschranke	EinLS	Erkennen, ob Person/Gegenstand auf der Schlittenbahn ist
2	Glasfaser-Lichtschranke	GlasLS	Prüfen, ob ein Objekt eingelegt ist
3	Zylinder-Position	ZEndUp/ZEndDo	Position des Zylinders (oben/unten)
4	Sonar	Sonar	Alternative Erkennung von Personen, die zu nah am System sind

Tabelle 4: Sensoren zur Fehlererkennung

2 Programmbeschreibung

Der Galvanisierungsprozess kann als endlicher Automat betrachtet werden, wobei jeder Prozessschritt einem State entspricht.

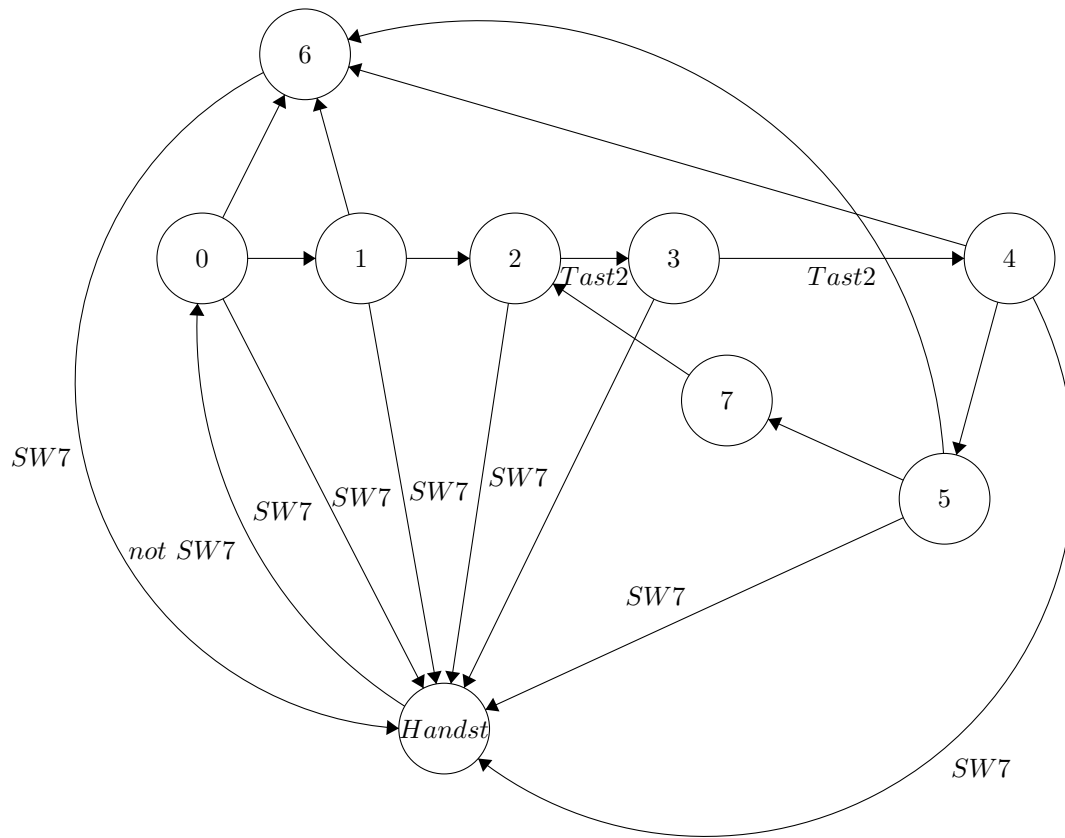
2.1 Statemachine

Die States sind folgende:

State	Name
0	Reset
1	Kontrollfahrt
2	Standby
3	Abnahme
4	Materialerkennung
5	Beschichtung (A, B, C)
6	Fehler- und Sicherheitszustand
7	Rauswerfen
Handsteuerung	Manueller Modus / Fehlerbehebung

Tabelle 5: Verwendete States

Die folgende Abbildung zeigt die Statemachine mit den Übergängen, die durch Schalter (SW7) oder Tasten (Tast2) ausgelöst werden.



2.2 Beschreibung der Programmbausteine

2.2.1 Main [OB1]

Im Main [OB1] werden in Netzwerk 2 die einzelnen States im Case-Switch aufgerufen (Reset, Kontrollfahrt usw.), sofern Schalter 7 (SW7) nicht aktiv ist. Wenn SW7 aktiv ist, wird der Funktionsblock der Handsteuerung ausgeführt, der alles überschreibt. Die Auswahl für den manuellen Modus erfolgt in Netzwerk 1.

2.2.2 Reset

Dieser Funktionsblock setzt das System zurück. Er wird beim Neustart der SPS sowie beim Übergang vom manuellen in den automatischen Modus ausgeführt.

2.2.3 Kontrollfahrt

Nach einem Reset wird eine Kontrollfahrt durchgeführt, auch vor der ersten Beschichtung. Hierbei werden alle vier Beschichtungsbehälter angefahren. Die Positionen sind im Code in der Datenbank „data“ gespeichert. Zur Positionsbestimmung wird der Encoder verwendet. Beim Erreichen der richtigen Position wird der Zylinder abgesenkt, und es erfolgt eine Wartezeit von einer Sekunde. Jedem Behälter wird eine LED von 0 bis 3 zugeordnet (siehe Tabelle 6). Am Ende der Kontrollfahrt fährt der Schlitten in die Abholposition vor dem Elektromagneten.

2.2.4 Standby

Der Schlitten befindet sich im Standby-Modus. Durch Drücken der grünen Taste gelangt das System in den Abnahme-State.

LED	Behälter
0	Vorbehandlung
1	Nickelelektrolyt
2	Rhodiumelektrolyt
3	Goldelektrolyt

Tabelle 6: LED-Zuordnung der Behälter

2.2.5 Abnahme

In diesem State wartet das System, bis ein Gegenstand eingelegt wird. Ist bereits ein Objekt eingelegt, gelangt das System direkt in den Materialerkennungs-State. Ein Material gilt als korrekt eingelegt, wenn die gelbe Lampe nicht mehr blinkt und die grüne Lampe leuchtet. Dazu darf die Lichtschanke nicht unterbrochen sein, und der kapazitive Sensor muss den Gegenstand erkennen.

2.2.6 Materialerkennung

Zur Materialbestimmung werden optische und induktive Sensoren verwendet. Der optische Sensor unterscheidet zwischen hellen und dunklen Objekten, der induktive Sensor erkennt Metall. Am Ende werden vier Variablen für die Materialarten gesetzt. Je nach Beschichtungsart werden die LEDs 4 bis 7 aktiviert (Tabelle 7).

LED	Material	Beschichtung
4	Eisen	A
5	Aluminium	A
6	Kunststoff hell	B
7	Kunststoff dunkel	C

Tabelle 7: LEDs zur Material- und Beschichtungszuordnung

2.2.7 Beschichtung A, B, C

Alle Beschichtungen werden zusammen für `data.state = 4` aufgerufen, aber nur die jeweils zugeordnete Beschichtung wird durchgeführt (siehe Tabelle 7). Der Schlitten fährt die vorgegebenen Positionen an, und die Beschichtungsdauer entspricht den Angaben aus Tabelle 1 der Aufgabenstellung.

2.2.8 Rauswerfen

Am Abholpunkt wird der Werkstoff mittels Elektromagneten ausgeworfen.

2.2.9 Fehlerzustand

In diesem Block wird der Zylinder gehoben und sämtliche Bewegungen gestoppt. Zusätzlich leuchtet die rote Lampe. Der Fehlerzustand kann nur über den manuellen Modus verlassen werden.

2.2.10 Handsteuerung

Im manuellen Modus kann Schlitten und Zylinder mit dem Joystick gesteuert werden. Nach oben bewegt der Joystick den Schlitten nach oben, nach unten nach unten; links senkt den Zylinder, rechts hebt ihn. Über die Schalter 0 bis 4 können Funktionen getestet werden (Tabelle 8).

Im manuellen Modus werden außerdem Reinigungs- und Fehlerbehebungsmaßnahmen durchgeführt. Befindet sich die Statemachine im Fehlerzustand, leuchtet die weiße Lampe, bis die weiße Taste gedrückt wird.

Switch	Behälter	Beobachtung
0	Kontrollfahrt	Objekt muss entfernt werden
1	Materialerkennung	-
2	Beschichtung A	-
3	Beschichtung B	-
4	Beschichtung C	-

Tabelle 8: Handsteuerung Funktionen

3 Sicherheitsbedingungen

Ein Risiko besteht, wenn sich der Bediener zu nah an den Behältern mit Elektrolyten befindet. Dazu können Sonar-Sensoren eingesetzt werden, die den Abstand überwachen und den Prozess bei Unterschreitung automatisch stoppen. In meiner Implementierung wird der Sonar eingesetzt, und sobald ein Objekt (Hand) im Abstand von 55–125 mm erkannt wird, wechselt das System in den Fehlerzustand. Befindet sich ein Gegenstand oder eine Person auf der Schlittenbahn, stoppt die Anlage automatisch (Lichtschranke). Für den Notfall gibt es eine Not-Aus-Taste (rote Taste), die den Prozess sofort unterbricht. Diese Sicherheitsmaßnahmen gelten sowohl im automatischen als auch im manuellen Modus.

Fehlerzustand	Sensorenkombination
Werkstück fehlt	GlasLS = false
Motor oder Encoder defekt	Encoder-Daten ändern sich nicht
Zylinder defekt	ZEndUp = false, obwohl Hebebefehl gegeben
Induktiver Näherungssensor defekt	Bereitschaft = true

Tabelle 9: Fehlerbedingungen

4 Fehlerbedienungen

Alle Fehler (außer die Sensor Fehler), die auftreten können, führen in meine Implementierung in den Fehlerzustand, also das System bleibt in der Position, wo der Fehler aufgetreten ist, stehen.

Fehlerzustand	Kombination an Sensoren
Werkstück ist weg	GlasLS = false
Motor oder Encoder funktioniert nicht	Data von Encoder ändert sich nicht
Zylinder funktioniert nicht	ZEndUp = false obwohl vorher Befehl für Heben
induktiver Näherungssensor error	Bereitschaft = true

Tabelle 10: Fehlerbedienungen