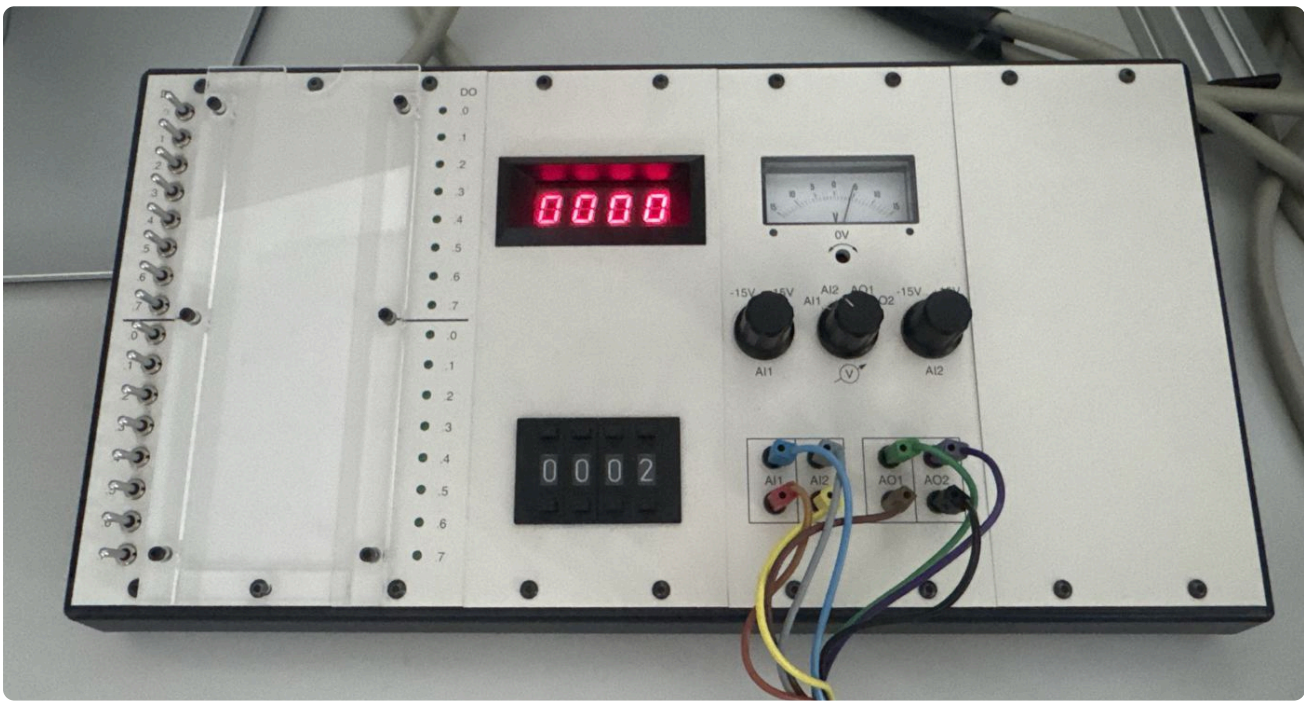
TECHNISCHER PROJEKTBERICHT · INDUSTRIELLE AUTOMATISIERUNG

Ablaufsteuerung eines Montagebands mit SIMATIC S7-1500, RFID und HMI

Entwurf, Programmierung, Visualisierung und Test einer SPS-Steuerung in Siemens TIA Portal V17



Autor	Abdellatif Ali
Kontext	SPS-Labor, Fakultät I – Elektro- und Informationstechnik, Hochschule Hannover
Projektart	Einzelprojekt (Laborversuch Montageband, Teil 3, Variante A)
Engineering	Siemens TIA Portal V17 (STEP 7 Professional, WinCC Advanced)
Stand	Oktober 2026 · öffentliche Fassung

Inhalt

1 Zusammenfassung
2 Aufgabenstellung und Anforderungen
3 Systemübersicht
4 Programmarchitektur
5 Schrittkette S0–S10
6 Technische Umsetzung im Detail
7 Schnittstelle des FB Montageband
8 Visualisierung (HMI)
9 Test und Inbetriebnahme
10 Erkenntnisse und Ausblick
11 Quellen und bereitgestellte Komponenten

1 Zusammenfassung

Gegenstand dieses Berichts ist die Steuerung eines Montagebands, die ich im SPS-Labor der Hochschule Hannover als Einzelprojekt entworfen, programmiert und in Betrieb genommen habe. Die Anlage besteht aus einem Bandmodell mit Initiatoren, Lichtschranke und RFID-Leser, einem Bedienpult mit Tastern, Kippschaltern, BCD-Ein- und -Ausgabe sowie Analogwert-Poti, einer SIMATIC S7-1500 mit dezentraler Peripherie ET 200SP und einem Touch Panel TP700 Comfort.

Kern der Lösung ist eine Schrittkette mit elf Schritten (S0–S10) in einem bibliotheksfähigen Funktionsbaustein. Das Hauptprogramm übernimmt die permanenten Operationen: PIN-Freigabe, Analogwertnormierung, RFID-Kommunikation über IO-Link, BCD-Wandlung, Stückzähler und HMI-Daten. Besonderer Wert lag auf einem sicheren NOT-AUS-Verhalten (Antriebe aus, Zustand einfrieren, Fortsetzen an gleicher Stelle) und auf eindeutigen, flankengesteuerten Übergängen. Die Software wurde zunächst in der Simulation entwickelt und getestet und anschließend auf der Laborhardware in Betrieb genommen. Alle zehn definierten Testfälle wurden laut eigenem Testprotokoll erfüllt.

S0–S10	10 / 10	15 / 15	2,5 Hz
Schrittkette im FB (FUP)	Testfälle erfüllt (Testprotokoll)	Should-Have-Funktionen umgesetzt	Blinksignal im NOT-AUS-Zustand

2 Aufgabenstellung und Anforderungen

Die Anforderungen stammen aus dem Lastenheft und der Anlagenbeschreibung des SPS-Labors [1, 2]. Ziel war eine nachvollziehbare, dokumentierte Steuerung, die ein Werkstück über mehrere Stationen führt, Bedienereingaben und Analogwerte auswertet, Produktionsdaten per RFID auf einem Werkstückträger fortschreibt und im Fehlerfall sicher reagiert. Die wesentlichen Anforderungen in eigener Zusammenfassung:

- **Freigabe:** Das Programm läuft nur, wenn an den oberen vier Kippschaltern eine individuell vorgegebene PIN eingestellt ist.
- **Losgröße:** Einlesen über den BCD-Einsteller, Anzeige der Restmenge über die BCD-Ausgabe.
- **Ablauf:** Start mit Taster, Wartezeit an Station 2, Verzweigung abhängig vom Analogwert (Schwelle 8 V), Quittierung an Station 1, Weiterfahrt von Station 3 erst bei Unterschreiten von 5 V.
- **Endmontage:** An der Lichtschranke RFID-Tag lesen, Restmenge verringern, Tag beschreiben; bei Restmenge 0 Hupe für 3 s.

- **Sicherheit und Bedienung:** NOT-AUS (low-aktiv) mit Blinksignal und Fortsetzen im alten Zustand, Reset der Schrittkette und der Zähler, Leuchtmelder an der jeweils aktiven Station.
- **Struktur:** Schrittkette (SFC) in einem bibliotheksfähigen FB, permanente Operationen und RFID-Bausteine außerhalb des FB, HMI-Anlagenübersicht.

3 Systemübersicht

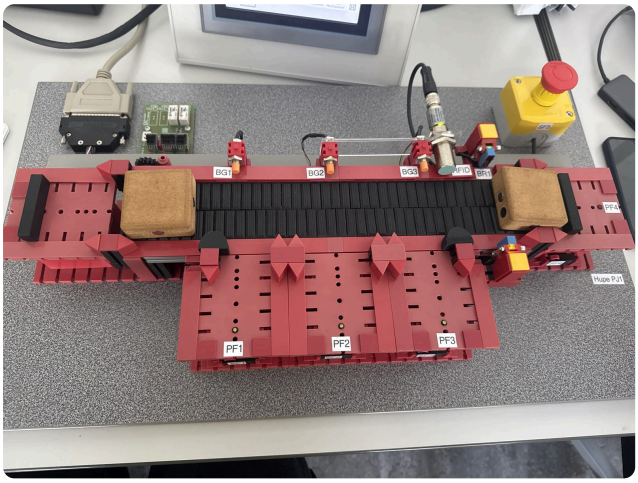


Abb. 1 Bandmodell mit Initiatoren BG1–BG3, Lichtschranke BR1, RFID-Leser, Leuchtmeldern PF1–PF4 und NOT-AUS-Taster (eigenes Foto).



Abb. 2 SIMATIC S7-1500 mit Ein-/Ausgabebaugruppen; darunter die dezentrale Peripherie ET 200SP (eigenes Foto, Netzwerkkennzeichnung unkenntlich gemacht).

Komponente	Funktion im Projekt
CPU 1516-3 PN/DP (SIMATIC S7-1500)	Steuerung, zyklisches Hauptprogramm, Schrittkette
DI 32×24 V DC / DQ 32×24 V DC (zentral)	PIN-Kippschalter, BCD-Einsteller, BCD-Anzeige, Bedienpult
AI 8×U/I/RTD/TC, AQ 4×U/I (zentral)	Analogwert-Poti AI1 (0–10 V)
ET 200SP (IM 155-6 PN HF) mit DI 8×, DQ 8×	Taster, Initiatoren, Lichtschranke, NOT-AUS; Bandantrieb, Leuchtmelder, Hupe
CM 4×IO-Link (ET 200SP)	Anbindung des RFID-Schreib-/Lesekopfs
Touch Panel TP700 Comfort	Visualisierung und Bedienung (WinCC Advanced)

Ein- und Ausgänge

Symbol	Bedeutung	Adresse	Symbol	Bedeutung	Adresse
SF1	Quittiertaster Platz 1	I 4.0	PF1–PF4	Leuchtmelder Platz 1/2/3/Endmontage	Q 12.0–12.3
SF2	Start (Platz 2)	I 4.1	MA1	Bandantrieb rechts	Q 12.4
SF4	Reset (Endmontage)	I 4.3	MA2	Bandantrieb links	Q 12.5
BG1–BG3	Initiatoren Station 1–3	I 4.4–4.6	PJ1	Hupe	Q 12.6
BR1	Lichtschranke (low-aktiv)	I 4.7	AI1_Raw	Analogwert-Poti	IW 124
SF5	NOT-AUS (low-aktiv)	I 5.0	BCD_In / BCD_Out	Losgröße / Restmenge	IW 2 / QW 2

4 Programmarchitektur

Das Programm trennt konsequent zwischen permanenten Operationen im zyklischen Hauptprogramm OB1 (KOP) und dem Ablauf im Funktionsbaustein FB1 „Montageband“ (FUP). Der FB greift ausschließlich über seine Schnittstelle auf Signale zu und ist dadurch wiederverwendbar. Die RFID-Bausteine müssen in jedem Zyklus aufgerufen werden und laufen daher im OB1; der FB setzt lediglich Lese- und Schreibaufträge.

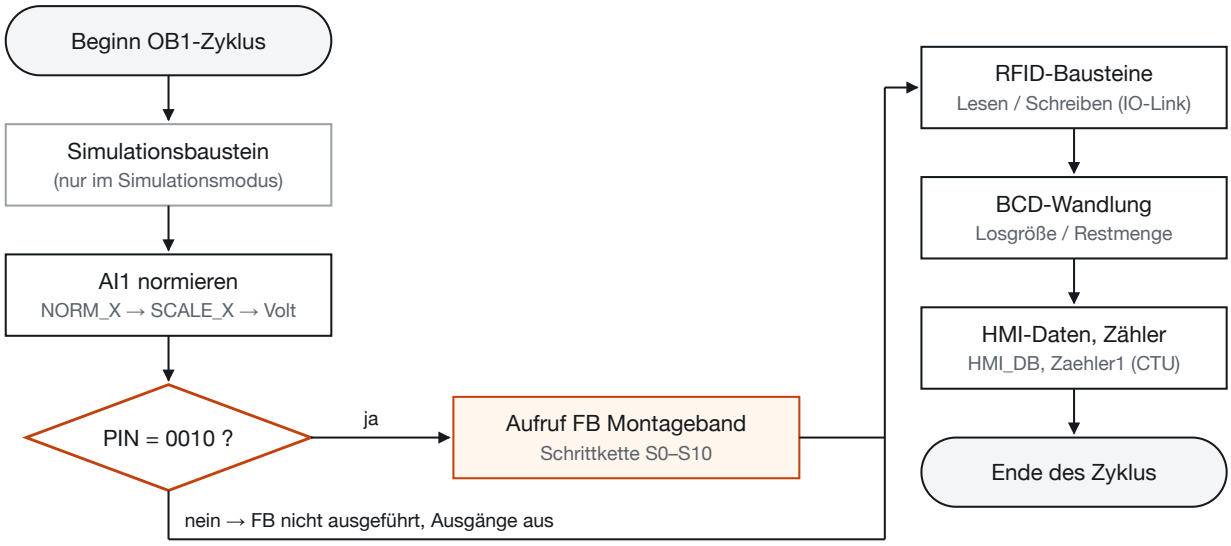


Abb. 3 Programmablaufplan des OB1 (eigene Darstellung).

Baustein	Nr.	Sprache	Aufgabe	Herkunft
Main	OB1	KOP	Zyklische Hauptroutine, permanente Operationen	eigen
Montageband	FB1	FUP	Schrittkette S0–S10, NOT-AUS-Logik	eigen
HMI_DB	DB10	–	Daten für die Visualisierung	eigen
Zaehler1	DB11	–	Stückzähler (IEC-Zähler CTU)	eigen
LRfidIOL_Read / _Write	FB2, FB3	–	RFID lesen / schreiben über IO-Link	bereitgestellt
LRfidIOL_Read_SIM / _Write_Sim	FB4, FB5	–	RFID-Simulation	bereitgestellt
SIMFB	FB8	–	Simulationsmodus (aus / halb / voll)	bereitgestellt
RFID_Daten, RFID_DB, RFID_DATA	DB2–DB7	–	RFID-Nutzdaten, Aufträge, Puffer	bereitgestellt

5 Schrittkette S0–S10

Der FB ist als Schrittkette mit der Schrittvariablen `#Schritt` aufgebaut. Jeder Schritt setzt eindeutig definierte Aktionen; der Übergang erfolgt ausschließlich über die angegebene Bedingung. Nach S9 bzw. S10 beginnt der Ablauf wieder in S0.

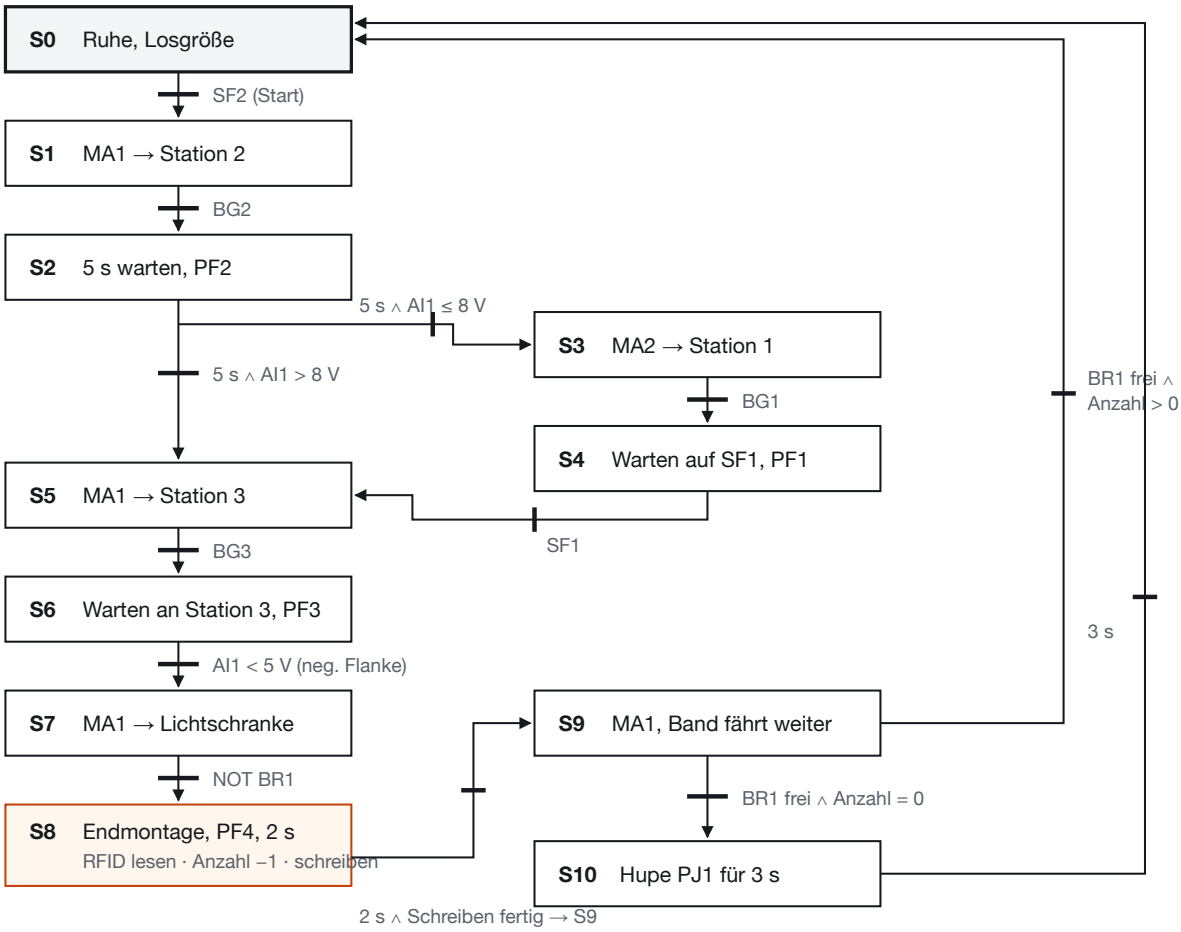


Abb. 4 Schrittkette des FB Montageband (eigene Darstellung). S3 und S4 werden nur bei AI1 ≤ 8 V durchlaufen.

Schritt	Aktion	Weiterschaltbedingung
S0	Ruhezustand, Antriebe und Leuchtmelder aus, Losgröße aus BCD übernehmen	SF2
S1	MA1 (Band rechts) bis Station 2	BG2
S2	Wartezeit 5 s, PF2	5 s abgelaufen; AI1 > 8 V → S5, sonst → S3
S3 / S4	MA2 (Band links) zu Station 1 / Warten auf Quittierung, PF1	BG1 / SF1
S5	MA1 zu Station 3	BG3
S6	Warten an Station 3, PF3	AI1 fällt unter 5 V (negative Flanke)
S7	MA1 zur Lichtschranke	NOT BR1 (Strahl unterbrochen)
S8	Endmontage, PF4, 2 s; RFID lesen, Anzahl – 1, RFID schreiben	2 s abgelaufen und Schreiben fertig
S9	MA1, Werkstück verlässt die Lichtschranke; Stückzähler +1	BR1 frei: Anzahl > 0 → S0, Anzahl = 0 → S10
S10	Hupe PJ1 für 3 s	3 s abgelaufen → S0

6 Technische Umsetzung im Detail

6.1 Analogwertverarbeitung

Der Analogeingang AI1 liefert einen Rohwert von 0 bis 27 648 für 0 bis 10 V. Mit `NORM_X` und `SCALE_X` wird daraus eine Spannung in Volt (REAL) berechnet, die der FB über seine Schnittstelle erhält und die auf dem HMI angezeigt wird:

$$U = \text{Rohwert} / 27\,648 \cdot 10\ \text{V} \quad \Rightarrow \quad 5\ \text{V} \triangleq 13\,824 \ \cdot\ 8\ \text{V} \triangleq 22\,118$$

Die 8-V-Schwelle entscheidet in S2 über den Weg (Station 1 überspringen oder anfahren). Für S6 wird nicht der Pegel, sondern das Unterschreiten von 5 V als negative Flanke ausgewertet, damit der Übergang genau einmal auslöst und nicht durch einen bereits niedrigen Wert sofort weiterschaltet.

6.2 Low-aktive Signale: Lichtschranke und NOT-AUS

BR1 liefert bei freiem Strahl TRUE und bei Unterbrechung FALSE. Der Übergang S7 → S8 wird daher mit `NOT BR1` ausgelöst, das Verlassen von S9 mit `BR1` (Strahl wieder frei). SF5 ist ebenfalls low-aktiv: SF5 = FALSE bedeutet betätigter NOT-AUS bzw. Drahtbruch – die sichere Richtung.

6.3 NOT-AUS-Verhalten

Bei SF5 = FALSE werden beide Bandantriebe sofort abgeschaltet. Der aktuelle Schritt wird gemerkt (`Schritt_gemerkt`), Zeitglieder und Schrittvariable bleiben unverändert („Schritt einfrieren“), und die Leuchtmelder blinken mit dem 2,5-Hz-Taktmerker. Nach dem Entriegeln arbeitet die Kette an der unterbrochenen Stelle weiter; ein Reset mit SF4 setzt dagegen Schritt und Zähler auf den Ausgangszustand zurück.

6.4 PIN-Freigabe

Die Bits 4–7 des Kippschalter-Bytes werden maskiert und mit der vorgegebenen PIN verglichen. Nur bei Übereinstimmung ruft der OB1 den FB auf; andernfalls bleiben alle Ausgänge aus.

6.5 RFID über IO-Link und Zähler

Die bereitgestellten Bausteine `LRfidIOL_Read` und `LRfidIOL_Write` laufen in jedem Zyklus im OB1. Der FB gibt über seine Ausgänge `RFID_Lese` und `RFID_Schreib` lediglich die Aufträge vor: In S8 wird der Tag gelesen, die Restmenge um eins verringert und das Ergebnis zurückgeschrieben; die Weiterschaltung erfolgt erst, wenn der Schreibauftrag abgeschlossen ist. Der IEC-Zähler `Zaehler1` (CTU) zählt bei jedem Eintritt in S9 und wird mit SF4 zurückgesetzt.

---

7 Schnittstelle des FB Montageband

Bereich	Name	Typ	Bedeutung
Input	SF1–SF4, BG1–BG3, BR1	Bool	Taster, Initiatoren, Lichtschranke
Input	SF5	Bool	NOT-AUS, low-aktiv (1 = ok)
Input	AI1	Real	Analogwert in Volt
Input	Reset, Losgroesse, Takt	Bool / Word / Bool	Reset-Taste, BCD-Losgröße, Taktmerker 2,5 Hz
Output	MA1, MA2, PF1–PF4, PJ1	Bool	Antriebe, Leuchtmelder, Hupe
Output	Restmenge, RFID_Lese, RFID_Schreib	Word / Bool	Restmenge, RFID-Aufträge
Static	Schritt, Anzahl, Schritt_gemerkt	Int	Schrittvariable, Restmenge intern, Schritt vor NOT-AUS
Static	T_Station2, T_Lichtschranke, T_Hupe	IEC_TIMER	Zeiten 5 s, 2 s, 3 s
Static	AI1_Flanke_unter5V, AI1_alt, Blinken	Bool	Flankenauswertung AI1, Blinktakt

8 Visualisierung (HMI)

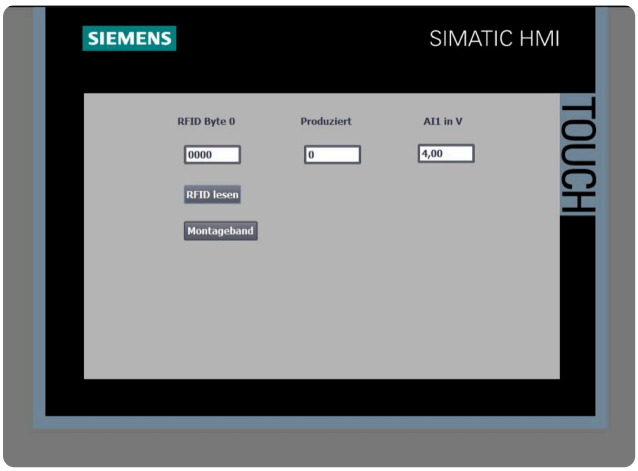


Abb. 5 HMI-Bild „Anlagenübersicht“ auf dem TP700 Comfort (Screenshot aus der Dokumentation).

Die HMI-Bilder habe ich in WinCC Advanced selbst entworfen. Die Anlagenübersicht zeigt die aktuelle Spannung AI1 in Volt, die Anzahl produzierter Teile (Stückzähler) und das erste Byte der RFID-Daten. Über die Taste „RFID lesen“ kann ein Lesevorgang vom Panel ausgelöst werden; Navigationstasten führen zu den Bildern Bedienpult und Montageband.

Die HMI-Variablen `HMI_AI1_Volt`, `HMI_Produziert`, `HMI_RFID_Byte0` und `HMI_Lesen` sind über den Datenbaustein `HMI_DB` angebunden, sodass Steuerungslogik und Visualisierung entkoppelt bleiben.

9 Test und Inbetriebnahme

Die Software habe ich zunächst zu Hause mit dem Simulationsmodus entwickelt und geprüft und danach auf die Laborhardware geladen. Die abschließenden Tests erfolgten am Versuchsplatz mit ausgeschalteter Simulation. Die Ergebnisse stammen aus meinem Testprotokoll; eine unabhängige Prüfung ist in diesem Bericht nicht enthalten.

Nr.	Testfall	Erwartetes Ergebnis	Ergebnis
1	Korrekte PIN, Start mit SF2	Band fährt nach rechts bis BG2	erfüllt
2	Ablauf mit AI1 > 8 V	Station 1 wird übersprungen	erfüllt
3	Ablauf mit AI1 ≤ 8 V	Band fährt zu BG1, wartet auf SF1	erfüllt
4	Weiterfahrt ab Station 3	Start erst nach AI1 < 5 V	erfüllt
5	Endmontage an der Lichtschranke	PF4, RFID lesen und schreiben, Restmenge – 1	erfüllt
6	Restmenge 0	Hupe 3 s, danach S0	erfüllt
7	NOT-AUS im Ablauf	Antriebe aus, Leuchtmelder blinken, Ablauf eingefroren	erfüllt
8	Entriegeln nach NOT-AUS	Ablauf läuft an gleicher Stelle weiter	erfüllt
9	Reset mit SF4	Schritt S0, Zähler 0	erfüllt
10	Falsche PIN	FB wird nicht ausgeführt	erfüllt

Abgleich mit dem Lastenheft: Alle Must-Have-Anforderungen, alle 15 Should-Have-Funktionen (u. a. PIN-Freigabe, Losgröße, Verzweigung, NOT-AUS, HMI, Reset, bibliotheksfähige Programmierung) und alle 7 Should-Have-Dokumentationsanforderungen wurden umgesetzt. Die optionalen Could-Have-Erweiterungen (u. a. erweiterter Codeschutz, Datentypen/Strukturen, Quittierung nach NOT-AUS über HMI) wurden nicht umgesetzt.

10 Erkenntnisse und Ausblick

- **Struktur zahlt sich aus:** Die Trennung von Ablauf (FB) und permanenten Operationen (OB1) machte RFID-Kommunikation, NOT-AUS und HMI unabhängig vom aktuellen Schritt beherrschbar.
- **Signalpolarität bewusst behandeln:** Low-aktive Sensoren (BR1, SF5) erfordern explizit invertierte Übergänge; im Test fallen Fehler hier sofort auf.
- **Flanken statt Pegel:** Flankengesteuerte Übergänge verhindern unbeabsichtigtes Durchschalten mehrerer Schritte in einem Zyklus.
- **Simulation vor Hardware:** Die Vorab-Tests in der Simulation verkürzten die Inbetriebnahme am Versuchsplatz.
- **Mögliche Erweiterungen:** anwenderdefinierte Datentypen (UDT) für die Stationsdaten, HMI-Quittierung nach NOT-AUS, Alarmmeldungen in WinCC sowie eine Umsetzung der Schrittkette in S7-GRAPH zum Vergleich.

11 Quellen und bereitgestellte Komponenten

[1] Prof. Dr.-Ing. J. Imiela: Anlagenbeschreibung Montageband Variante A. Hochschule Hannover, 2023.
[2] Hochschule Hannover: Lastenheft Montageband. SPS-Labor.
[3] Hochschule Hannover: Ablauf SPS-Labor, Montageband, 2023.
[4] Eigene Originaldokumentation „Laborversuch Montageband – Teil 3“ und TIA-Portal-V17-Projektarchiv, Oktober 2026 (nicht öffentlich).

> **Abgrenzung.** Eigene Leistung sind Entwurf und Programmierung von OB1, FB1 „Montageband“, HMI_DB und Zaehler1, der Entwurf der WinCC-HMI-Bilder, die Hardwarekonfiguration nach Stationsschild, die Entwicklung und Simulation, die Inbetriebnahme, die Tests und die Dokumentation. Von der Hochschule bereitgestellt wurden die Laboranlage, die Anforderungsdokumente [1–3], die RFID-Bausteine (FB2–FB5, DB2–DB7) sowie der Simulationsbaustein SIMFB der Projektvorlage. Diese öffentliche Fassung enthält keine Matrikelnummer, keine Netzwerkadressen und keine personenbezogenen Daten Dritter; Abbildungen der Anlagenbeschreibung [1] wurden durch eigene Fotos und eigene Darstellungen ersetzt.