

## 1. Einführung

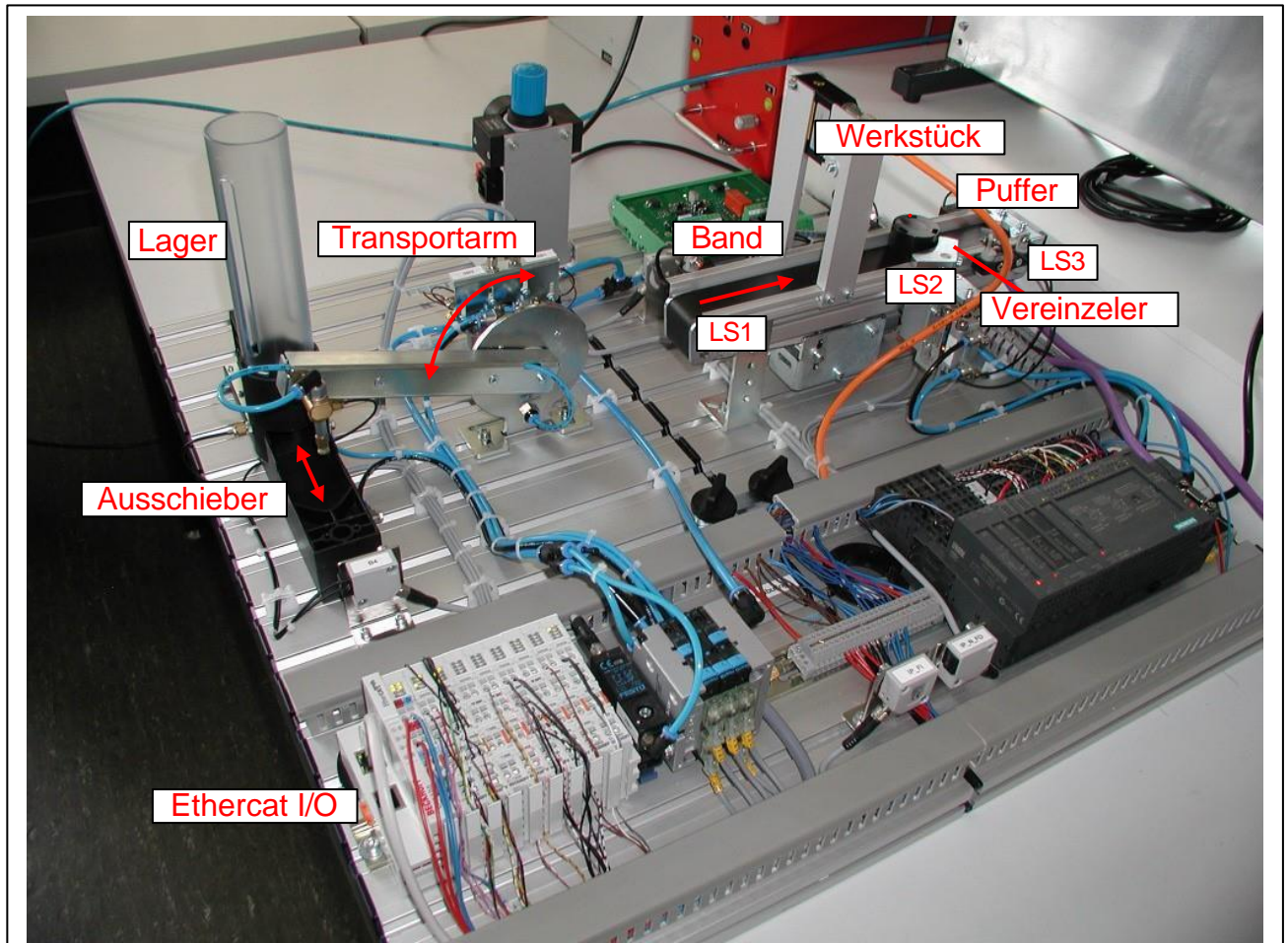
Im Rahmen der Praktikumsversuche wird mit einem Lager und einer zugehörigen Pufferstrecke gearbeitet. Dieses mechatronische Anlagenmodell wird über das Feldbussystem EtherCAT von einer CoDeSys SOFT-SPS SP, die auf einem PC ausgeführt wird, angesteuert. Der Lagerbereich besteht aus einem Magazin für runde Werkstücke, einem Ausschieber sowie einem Transportarm. Die Pufferstrecke setzt sich aus einem Förderband und einem Vereinzeler zusammen.

Im Versuch 2 wird ein Petrinetz für den Lagerbereich entwickelt und implementiert.

Lernziele:

- Entwurf eines steuerungstechnischen interpretierten Petrinetzes SIPN
- Hand- und Automatikbetrieb
- Besondere SIPN-Elemente: Zeittransition, Zähler
- Implementierung eines SIPN in ST
- Test des SIPN

## 2. Technologieschema



Der Lagerbereich (im Bild links) besteht aus einem Lager für runde Werkstücke, einem Ausschieber sowie einem Transportarm mit Saugeinrichtung. Der Ausschieber muss aktiv angesteuert werden, um ein Werkstück aus dem Lager auszuschieben.

Die Pufferstrecke (im Bild rechts) setzt sich aus einem Förderband und einem Vereinzeler zusammen. Der Vereinzeler muss aktiv angesteuert werden, um sich in Richtung „auf“, d.h. Richtung Bandende, zu bewegen. Das Transportband verfügt über drei Lichtschranken.

Die I/O Signale werden zwischen Anlage und SOFT-SPS über ein dezentrales Peripheriegerät mit Ethercat-Anschluss (im Bild links unten) ausgetauscht.

**Zuordnung der Signale und Variablen:****Lagerbereich:**

Eingangsvariable	Adresse	Datentyp	logische Zuordnung
Werkstück angesaugt	%IX1.0	BOOL	angesaugt = 1
Lager leer	%IX1.1	BOOL	leer = 1
Ausschieber eingefahren	%IX1.2	BOOL	Pos erreicht = 1
Ausschieber ausgefahren	%IX1.3	BOOL	Pos erreicht = 1
Transportarm am Band	%IX1.4	BOOL	Pos erreicht = 1
Transportarm am Lager	%IX1.5	BOOL	Pos erreicht = 1

Ausgangsvariable	Adresse	Datentyp	logische Zuordnung
Schieber ausfahren	%QX1.0	BOOL	Ausfahren = 1
Werkstück ansaugen	%QX1.1	BOOL	Ansaugen = 1
Werkstück loslassen	%QX1.2	BOOL	Loslassen = 1
Transportarm zum Lager	%QX1.3	BOOL	Befehl = 1
Transportarm zum Band	%QX1.4	BOOL	Befehl = 1

**Pufferstrecke:**

Eingangsvariable	Adresse	Datentyp	logische Zuordnung
Vereinzelер ist auf	%IX0.0	BOOL	auf = 1
Vereinzelер ist zu	%IX0.1	BOOL	zu = 1
LS1 (LS Start)	%IX0.2	BOOL	nicht belegt = 1
LS2 (LS Vereinzelер)	%IX0.3	BOOL	nicht belegt = 1
LS3 (LS Ende)	%IX0.4	BOOL	nicht belegt = 1

Ausgangsvariable	Adresse	Datentyp	logische Zuordnung
Vereinzelер auf	%QX0.0	BOOL	auf = 1
Drehrichtung Band	%QX0.1	BOOL	Standard = 0
Bandgeschwindigkeit	%QW2	WORD	Werte 0-32500 (min-max)

**Achtung:** Am Platz 6 und 7 im Labor ist die Logik der LS1 (LS Start) negiert!

### 3. Anforderungen

#### 3.1 Funktion "Bedienen und Anzeigen des Lagerbereiches"

ID	Beschreibung
01	Der Start des Prozesses und der Wechsel zwischen Hand- und Automatikbetrieb muss über lokale Variablen (START und AUTO) in der Visualisierungsoberfläche umgesetzt werden.
02	Nach dem Einschalten der Anlage, wechselt die Anlage über die Auswertung der Variablen AUTO in den Handbetrieb (AUTO = FALSE) oder in den Automatikbetrieb (AUTO= TRUE)
03	Einen Wechsel der Betriebsarten ("Handbetrieb" und "Automatikbetrieb") kann nur bei ausgeschalteter Anlage (START = FALSE) erfolgen.
04	Aktivierung von START darf nur erfolgen, wenn START vorher FALSE war.

#### 3.2 Funktion "Handbetrieb"

ID	Beschreibung
06	Im Handbetrieb sollen die wichtigsten Anlagenkomponenten durch das gezielte Verändern („Schreiben“) der in 07 spezifizierten Funktionen ermöglicht werden. Die Bedienung erfolgt dabei über Schaltflächen in der Visualisierung.
07	Es sollen die folgenden manuellen Handlungen möglich sein: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Transportband bewegen/stoppen.</li> <li>• Bandgeschwindigkeit: zwischen 0-32500 vorgeben</li> <li>• Ausschieber nach vorn bewegen</li> <li>• Transportarm zum Lager bewegen</li> <li>• Transportarm zum Band bewegen</li> <li>• Werkstück ansaugen</li> <li>• Werkstück loslassen</li> <li>• Werkstück vereinzeln</li> </ul>

### 3.3 Funktion "Automatikbetrieb"

#### 3.3.1 Subfunktion Automatikbetrieb

ID	Beschreibung
08	<p>Im Automatikbetrieb muss folgender Ablauf wiederholend und ohne Anwenderinteraktion ausgeführt werden:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Falls das Magazin („Lager“) nicht leer ist, wird ein rundes Werkstück mit Hilfe des Schiebers ausgefahren.</li><li>Ist der Platz an der Lichtschranke LS1 leer, soll sich der Transportarm zum ausgeschobenen Werkstück bewegen.</li><li>Bei Erreichen der „Lagerposition“ ist das Werkstück anzusaugen.</li><li>Mit angesaugten Werkstück bewegt sich der Transportarm zum Band und legt das Werkstück dort ab. (Der Schieber darf das Werkstück dann nicht mehr festhalten)</li><li>Sobald die Lichtschranke LS1 belegt ist, wird das Transportband für 2s mit der Maximalgeschwindigkeit angesteuert.</li></ul>
09	Benutzen Sie die zur Verfügung stehenden Eingangssignale, um sicherzustellen, dass der jeweilige Befehl auch ausgeführt/ abgeschlossen ist!
10	Wenn der Automatikbetrieb ausgeschaltet wird (START =0), dann muss der aktuelle Automatikzyklus noch zu Ende gefahren werden.

#### 3.3.2 Subfunktion "Anzahl Teile auf Band"

ID	Beschreibung
11	Wenn im Automatikmodus ein Teil auf dem Band abgelegt wird, dann muss der Transportarm den Zähler für die an Band übergebenen Teile um eins erhöhen.
12	Der Lagerbereich muss den Zählerstand beim Einschalten des Prozesses im Automatikbetrieb zurücksetzen bzw. mit 0 initialisieren.

### 3.4 Randbedingungen / Nichtfunktionale Anforderungen

ID	Beschreibung
13	<p>Das gleichzeitige / parallele Ansteuern von sich ausschließenden Handlungen ist zu verriegeln. (Ansteuerung 1/0, 0/1, 0/0, aber nie „1/1“.)</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Ausgänge „Werkstück ansaugen“ / „Werkstück loslassen“ sind komplementäre Ausgänge</li><li>Ausgänge „Transportarm zum Lager“ und „Transportarm zum Band“ sind komplementäre Ausgänge</li></ul>
14	Die Umsetzung muss in ST als SIPN erfolgen.

## 4. Aufgaben

### 4.1. Vorbereitung (vor dem Labortermin):

- Schriftliche Ausarbeitung des vollständigen Petrinetzes, dass die Aufgabenstellung erfüllt. Denken Sie an die Anfangsinitialisierung, die Nummerierung der Transitionen und Benennung der Stellen! Die Aktivitäten des Steuerprogramms sind ausschließlich durch Markenfluss zu organisieren.

### 4.2. **Versuchsdurchführung (während des Labortermins):**

- Codieren Sie das Petrinetz in der Sprache ST in CoDeSys.
- Erstellen Sie eine Bedien- und Statusoberfläche zur Steuerung des Prozesses.
- Testen Sie einzelnen Funktionen der Aufgabenstellung.

## 5. Testat

- Für den erfolgreichen Abschluss des Versuchs ist eine **hinreichende Vorbereitung** (siehe 4.1) sowie die **erfolgreiche Umsetzung der Aufgabenstellung inkl. Visualisierung** notwendig. Die vorbereitenden Aufgaben werden zu Beginn geprüft, die Abnahme der Aufgabe erfolgt am Ende des Labortermins im Gespräch. **Es ist kein Protokoll im Anschluss zu erstellen.**