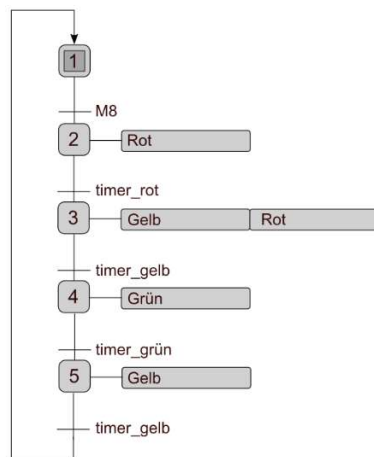


Steuerungstechnik Workshop

Teil III

Ablaufsteuerungen



Ziel des Workshops

Der Workshop Steuerungstechnik Teil III soll die Umsetzung von Steuerungsaufgaben in einer weiteren Programmier Technik vermitteln. Die Aufgaben werden mit Hilfe von Ablaufketten gelöst, in der Software LOGO!Soft programmiert und getestet.

Teil III

Haftungsausschluss:

Jeder Anwender ist für den sachgemäßen Betrieb seines LOGO!-Systems selbst verantwortlich. Die folgenden Programmvorschlge entheben nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch die Nutzung der folgenden Programm-Beispiele erkennst du an, dass das Oberlab als Verein und seine Mitglieder unter keinen Umständen für möglicherweise infolge der Nutzung auftretende Sach- und/oder Personenschäden haftbar gemacht werden können.

Für den sicheren Betrieb von Projekten und Lösungen ist es erforderlich, geeignete Schutzmaßnahmen nach VDE, IEC und DIN zu ergreifen und jede Komponente in ein ganzheitliches Schutz-Konzept zu integrieren, das dem aktuellen Stand der Technik entspricht. Dabei sind alle eingesetzten Produkte von allen Herstellern zu berücksichtigen.

Der Anschluss aller Steuerungskomponenten an 230V Netzspannung darf ausschließlich nur von einer Elektrofachkraft erfolgen!

Sicherheitsbestimmungen

Bei der Erstellung von Steuerungen müssen die Regeln für Steuerungstechnik nach VDE 0113 eingehalten werden. Zustände die Personen oder Maschinen gefährden sind zwingend zu vermeiden. Nach einem Ausfall der Netzspannung dürfen Maschinen nicht selbsttätig wieder anlaufen.

Zusätzlich ist auf Drahtbruchsicherheit und Erdschlusssicherheit zu achten. Zum Ausschalten von Steuerungsfunktionen werden Öffner eingesetzt. Die Steuerung erwartet als Ausschaltbefehl dann ein 0-Signal. Ein Drahtbruch wird in diesem Fall von der Steuerung wie ein Ausschaltbefehl interpretiert.

Zum Einschalten werden Schließer verwendet. Die Steuerung erwartet zum Einschalten ein 1-Signal. Bei einem Erdschluss liegt ein 0-Signal an der Steuerung an. Bei einem Erdschluss fhrt das Eintasten zum Auslösen der Überstromschutz-einrichtung. Es kann nicht eingeschalten werden.

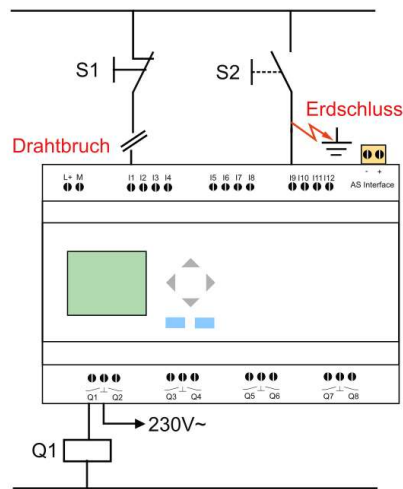


Bild 1: Drahtbruch und Erdschluss

Die VDE 0113 schreibt auch den Einsatz von NOT-HALT-Schaltern und Reißleinschaltern vor. Bei einer Störung muss die Funktion von NOT-HALT-Schaltern und Sicherheits-Grenztastern auf alle Fälle wirksam bleiben.

Ein NOT-AUS-Taster darf daher nie softwaremäßig verarbeitet werden!

Bei STOPP-Funktionen wird zwischen verschiedenen Kategorien unterschieden:

Kategorie 0: Stillsetzen einer Maschine durch sofortiges Abschalten der Energie zum Antriebselement.

Kategorie 1: Gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energie zum Antriebselement bis zum Stillstand aufrechterhalten wird, z. B. bei Gegenstrombremsen.

Kategorie 2: Gesteuertes Stillsetzen, bei dem die Energie zum Antriebselement auch nach dem Stillstand bestehen bleibt, z. B. bei Servomotoren.

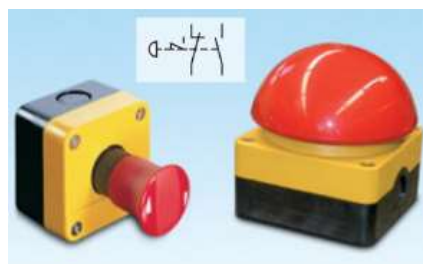


Bild 2: Not-Halt-Schalter

Eine Steuerung kann nicht erkennen, ob ein Schließer oder ein Öffner am Eingang angeschlossen ist oder ob der Zustand „1“ durch einen betätigten Schließer oder einen nicht betätigten Öffner zustande kommt. Bei der Programmierung muss daher überlegt werden, welche Signalzustände an den Eingängen anliegen.

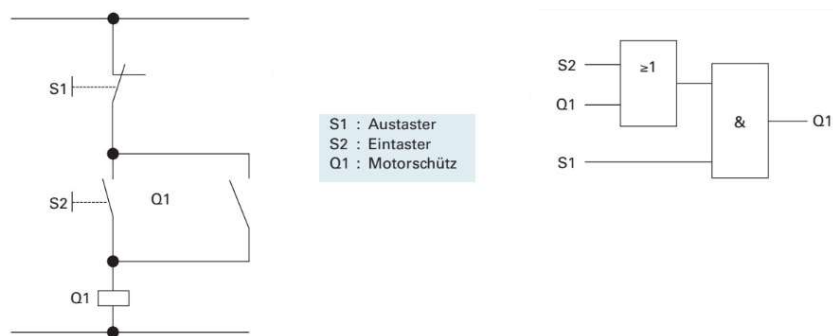


Bild 3: Stromlaufplan und Funktionsplan für Öffner und Schließer

Ablaufsteuerungen

Viele Steuerungsprozesse bestehen aus einem festen Ablauf. Eine Autowaschanlage oder eine Ampel arbeitet immer gleiche Programmschritte ab. Nach EN60848 (früher DIN 40719 Teil 6) können Ablaufsteuerungen nach einem festen Schema programmiert werden. Durch die Erstellung einer Ablaufkette wird die Programmerstellung vereinfacht und Programmierfehler vermieden. Für die Programmierung einer Ablaufkette gibt es feste Regeln:

- Eine Ablaufkette besteht aus Schritten und Weiterschaltbedingungen (Transitionen).
- Es darf immer nur ein Schritt zur selben Zeit aktiv sein
- Ein Schritt wird nur dann aktiv, wenn der vorangegangene Schritt aktiv ist und die Weiterschaltbedingung zu diesem Schritt erfüllt ist.
- Deaktiviert wird ein Schritt, wenn der nachfolgende Schritt aktiv geschaltet wird.

Für größere Steuerungsaufgaben ist diese Methode sehr empfehlenswert, da sie übersichtlicher ist als der FUP. Dadurch ist die Programmerstellung, die Einarbeitung in ein bestehendes Programm, die Inbetriebnahme und die Fehlersuche einfacher.

Beispiel

In einem Behälter wird erst Flüssigkeit 1, dann Flüssigkeit 2 eingefüllt. Anschließend werden die Flüssigkeiten verrührt und nach der Verrührzeit aus dem Behälter abgepumpt. B1, B2 und B3 geben eine 1 aus, wenn sie mit Flüssigkeit bedeckt sind.

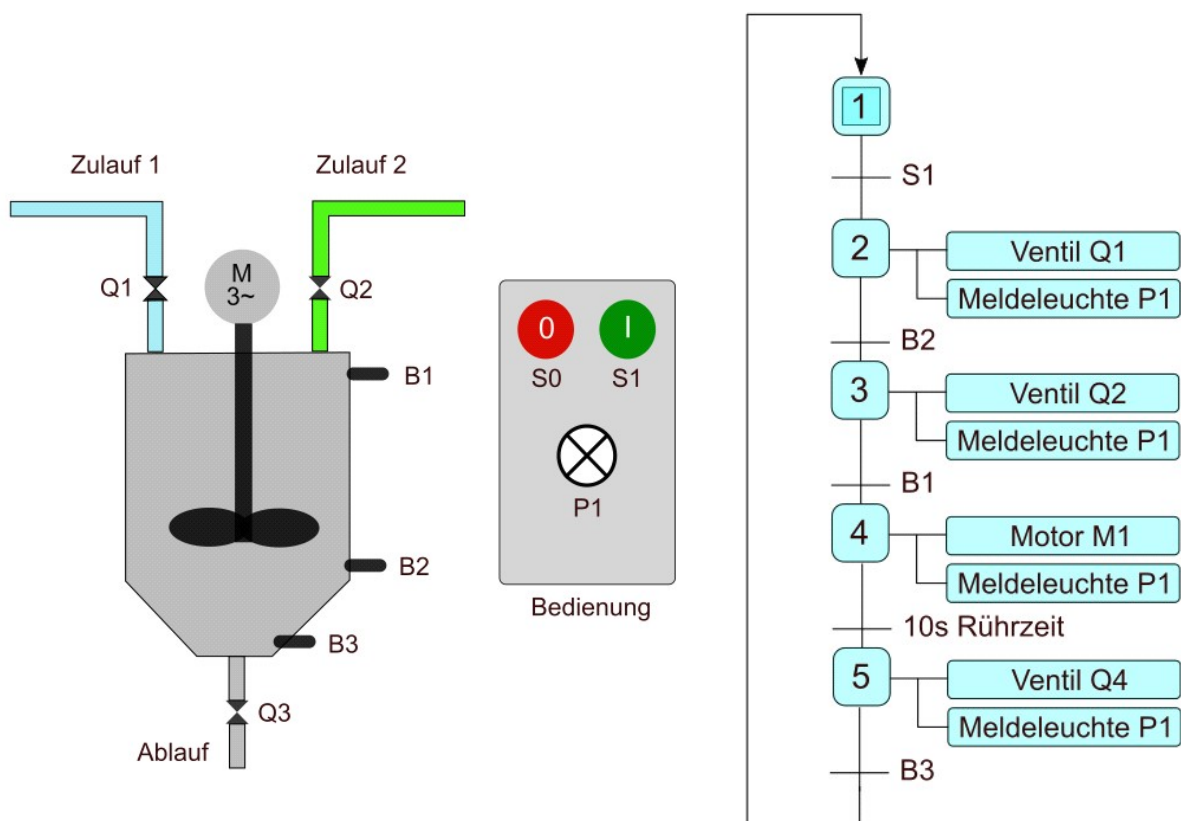
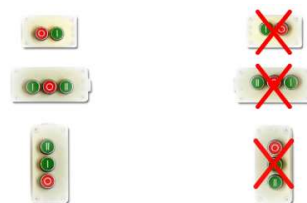
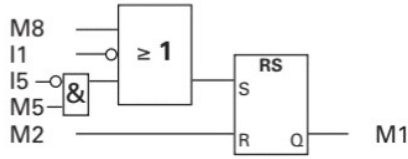
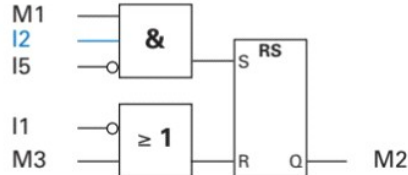
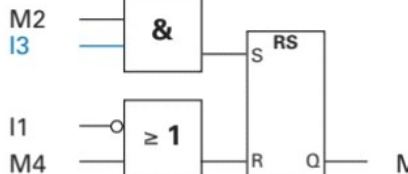
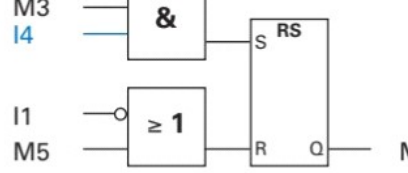
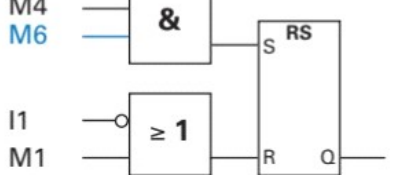

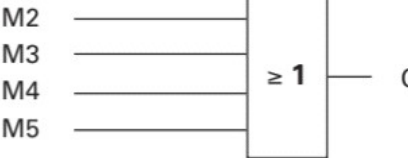


Bild 4: Technologieschema Rührbehälter und Ablaufkette

Für die Anordnung und Farben der Start, Stopp-Taster siehe VDE0113

Bild 5
Anordnung von Start und Stopp-Taster
nach VDE0113



Anlaufmerker M8 Austaster S0 Öffner Füllstand „leer“ B3 Schritt 5 Schritt 2		Schritt 1 Anfangsschritt
Schritt 1 Starttaste S1 Schliesser Füllstand „leer“ B3 Austaster S0 Schritt 3		Schritt 2 Flüssigkeit einfüllen
Schritt 2 Füllstand „mitte“ B2 Austaster S0 Schritt 4		Schritt 3 Flüssigkeit einfüllen
Schritt 3 Füllstand „voll“ B1 Austaster S0 Schritt 5		Schritt 4 Rühren
Schritt 4 Rührzeit abgelaufen Austaster S0 Schritt 1		Schritt 5 Flüssigkeit ablassen
Schritt 4		Rührzeit festlegen
Schritt 2	M2 ----- Q1	Ventil Q1 Flüssigkeit 1
Schritt 3	M3 ----- Q2	Ventil Q2 Flüssigkeit 2
Schritt 4	M4 ----- Q3	Schütz Q3 Rührmotor
Schritt 5	M5 ----- Q4	Ablassventil Q4
Ventil Q1 Ventil Q2 Schütz Q3 Ablassventil Q4		Meldeleuchte P1 Anlage in Betrieb

Ablaufsteuerung eines Rührbehälters

Im Schritt 1 muss beim Einschalten der Anlaufmerker M8 aktiv sein. M8 ist im ersten Zyklus 1, danach wird er von der LOGO! automatisch rückgesetzt. Alle anderen Merker haben bei Einschalten den Zustand „0“. Bei dieser Steuerung gelangt man auch in den Schritt 1, wenn die Ablaufkette durchlaufen ist oder der AUS-Taster gedrückt wurde.

Die Programmierung der einzelnen Schritte erfolgt immer nach dem gleichen Schema. Ein Schritt wird gesetzt, wenn der vorherige aktiv ist und die Schrittbedingungen erfüllt sind. Der vorherige Schritt wird dann zurückgesetzt. Der aktive Schritt wird auch verlassen, wenn z.B. die Ausschaltbedingung erfüllt ist.

Aufgabe

Setze das Beispiel mit LOGO!Soft Comfort um. Verwende zum Einschalten einen Schließer und zum Ausschalten einen Öffner.

Simuliere dein Programm mit LOGO!Soft Comfort

Was geschieht, wenn im Schritt 3 der AUS-Taster betätigt wird?

Verzweigungen in Schrittketten

Die einfachste Form einer Schrittkette ist die unverzweigte Kette. Auf jeden Schritt folgt in diesem Fall genau eine Transition und auf diese wiederum genau ein Folgeschritt. Damit wird ein rein sequenzieller Prozessablauf realisiert. Bild 6 zeigt die entsprechenden graphischen Grundelemente.

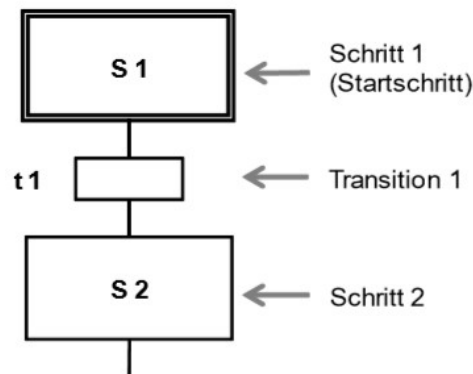


Bild 6: Eine unverzweigte Schrittkette

Eine weitere Möglichkeit der Strukturierung von Schrittketten stellen Sprünge dar. Beim Erreichen einer Sprungmarke wird die Abarbeitung mit dem Schritt fortgesetzt, auf den die Sprungmarke zeigt. Durch Sprünge innerhalb der Schrittkette können ebenfalls Schleifen entstehen. Da eine solche Strukturierung nur schwer nachvollziehbar ist, sollte auf Sprünge nach Möglichkeit verzichtet werden.

In vielen Fällen ist es aus Prozesssicht notwendig, zur Programmlaufzeit auf verschiedene Ereignisse unterschiedlich zu reagieren. In diesem Fall besitzt ein Schritt mehrere alternative Folgeschritte. Diese Struktur wird Alternativverzweigung genannt. Der Schritt ist mit jedem möglichen Folgeschritt über eine eigene Transition verbunden. Um sicherzustellen, dass zu jeder Zeit höchstens eine dieser Transitionen freigegeben wird und die Zweige tatsächlich alternativ sind, sollten die Transitionen gegenseitig verriegelt oder aber eindeutig priorisiert werden. Ansonsten werden die Transitionen in den meisten Leitsystemen von links nach rechts ausgewertet, und die erste Transition, deren Weiterschaltbedingung erfüllt ist, wird freigegeben.

Bild 7 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Alternativverzweigung mit zwei Zweigen. Sie ist durch einfassende horizontale Einfachstriche mit überstehenden Enden dargestellt. Wie zu erkennen ist, beginnen und enden Alternativverzweigungen immer mit Transitionen.

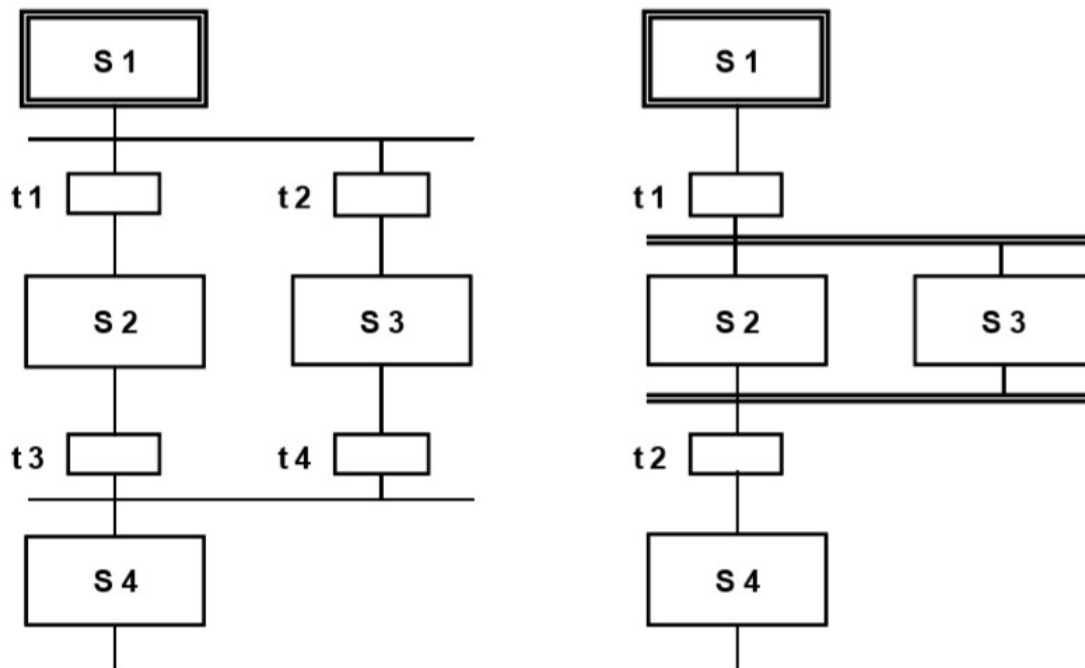


Bild 7: Alternativverzweigung und Parallelverzweigung

Eine weitere häufige Anforderung besteht darin, dass nach einem Schritt mehrere Folgeschritte gleichzeitig abgearbeitet werden sollen. In diesem Fall besitzt der Ausgangsschritt genau eine Transition, die gleichzeitig mehrere Folgeschritte aktiviert. Diese Struktur wird Parallelverzweigung genannt. Die Folgeschritte der einzelnen Zweige werden dann unabhängig voneinander abgearbeitet und anschließend wieder zusammengeführt. Sämtliche Zweige enden wiederum in einer gemeinsamen Transition. Erst wenn sämtliche Zweige vollständig abgearbeitet sind und die Weiterschaltbedingung der Folgetransition erfüllt ist, kann der gemeinsame Folgeschritt ausgelöst werden. Der Ablauf einer Parallelverzweigung mit zwei Zweigen wird ebenfalls in Bild 3 dargestellt. Sie sind durch einfassende horizontale Doppelstriche mit überstehenden Enden dargestellt. Wie zu erkennen ist, beginnen und enden Parallelverzweigungen immer mit Aktionen.

Aufgabe:

1. Erstelle für das Rührbehälter-Programm eine Alternativverzweigung. Dabei soll im Schritt 4 durch einen Schalter (I7) die Transition für Heizen oder Rühren wählbar sein.
2. Erstelle für das Rührbehälter-Programm eine Parallelverzweigung. Dabei soll im Schritt 2, 3 und 4 eine Heizung (Q6) einschalten.

Schutzfunktionen und Betriebsarten in Ablaufsteuerungen

Ebenso wie bei Einzelsteuerfunktionen müssen für Ablaufsteuerungen adäquate Schutzfunktionen und Betriebsarten realisiert werden. Ablaufsteuerungen müssen auch im Fehlerfall manuell bedienbar sein. Dazu sind in der Steuerung entsprechende Betriebsarten vorzusehen.

- Automatikbetrieb: Die Aktion der Schrittkette wird ausgeführt, wenn die vorgeschaltete Transition freigegeben ist.
- Handbetrieb: Die Aktion der Schrittkette wird durch den Bediener ausgelöst, auch wenn die vorgeschaltete Transition nicht freigegeben ist.
- Mischbetrieb: Die Aktion der Schrittkette wird ausgeführt, wenn die vorgeschaltete Transition freigegeben ist oder der Bediener sie ausgelöst hat. Alternativ kann auch die Auslösung durch den Bediener sowie die Freigabe der vorgeschalteten Transition gefordert sein.

Mit Hilfe des Handbetriebs wird verhindert, dass eine Ablaufsteuerung in Folge eines Fehlzustands dauerhaft blockiert werden kann. Der Mischbetrieb ermöglicht eine manuelle Unterbrechung des Ablaufs zum Test- oder zur Inbetriebnahme. Die Weiterschaltbedingungen sämtlicher Transitionen der Ablaufsteuerung müssen dementsprechend erweitert werden.

Schrittketten müssen auf Störungen in den angesteuerten Geräten reagieren können. Dazu ist eine kontinuierliche Störüberwachung erforderlich. Diese erkennt und meldet Störungen in den angesteuerten Geräten. Sie ermöglicht eine automatisierte Sicherung der Anlage, indem die Schrittkette im Störfall automatisch angehalten wird. Außerdem muss eine Schrittkette bei einer Störung jederzeit durch den Bediener angehalten und abgebrochen werden können.

In beiden Fällen müssen entsprechende Schutzfunktionen aktiviert werden, um die Anlage in einen sicheren Zustand zu überführen. Im Falle einer angehaltenen Kette muss zudem eine sichere und prozesstechnisch zulässige Fortsetzung der Kette auch nach einer längeren Unterbrechung sichergestellt werden. In den Ablaufsteuerungen werden prozessspezifische Schutzfunktionen wie die sequentielle Verriegelung mehrerer Geräte im Falle eines Fehlzustandes im Prozess realisiert.

Fehlerquellen in Ablaufsteuerungen

Ein besonderes steuerungstechnisches Problem ist die Möglichkeit, durch die ungünstige Verwendung von Sprüngen und Verzweigungen fehlerhafte Schrittketten zu erzeugen. Dabei ist zwischen drei möglichen Fällen zu unterscheiden.

- Unsichere Kette: Eine Schrittkette enthält eine Struktur, deren Erreichbarkeit durch das definierte Ablaufverhalten nicht sichergestellt ist.
- Partielle Verklemmung: Eine Schrittkette enthält eine innere Schleife, die nicht mehr verlassen wird. Damit können die Schritte innerhalb dieser Schleife ausgeführt werden,

nicht aber die Schritte außerhalb der Schleife. Damit werden Teile der Schrittkette un erreichbar.

– Totale Verklemmung: Eine Schrittkette enthält eine Struktur, für die es keine zulässige Weiterschaltbedingung gibt. In diesem Fall verbleibt die Schrittkette dauerhaft in einem Zustand und sämtliche anderen Schritte werden un erreichbar.

Solche Strukturen sind in Schrittketten nicht erlaubt und müssen mit entsprechenden formalen Entwurfsmethoden ausgeschlossen werden. Bild 4 zeigt beispielhaft zwei Schrittketten mit unerlaubten Strukturen.

In der linken Kette kann nicht sichergestellt werden, dass der Schritt S6 erreichbar ist, da die Alternativverzweigung nach Schritt S3 bei Freigabe der Transition t3 verhindert, dass die Parallelverzweigung in der Transition t4 wieder zusammengeführt wird. Daher ist diese Kette unsicher. Die rechte Kette hingegen wird genau einmal ausgeführt und bleibt anschließend in Schritt S4 stehen. Da der Schritt S2 in diesem Zustand nicht aktiv ist, kann die Parallelverzweigung in Transition t3 nicht mehr zusammengeführt werden. Es entsteht eine totale Verklemmung, der Schritt S5 wird un erreichbar.

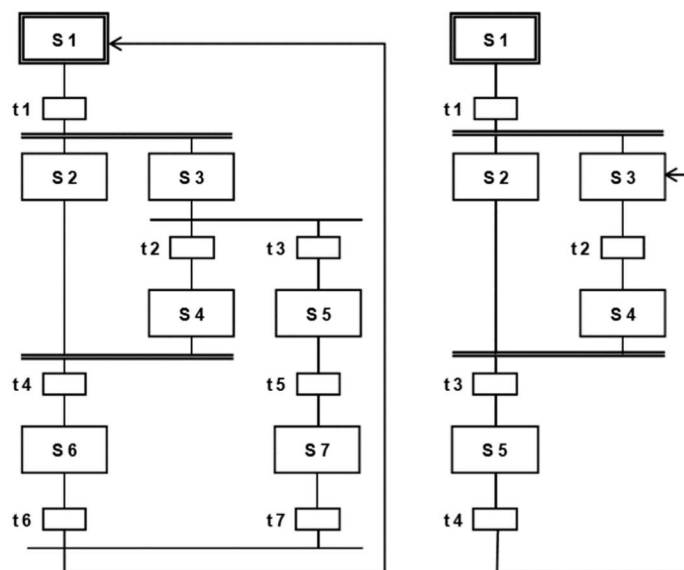


Bild 8: Links eine unsichere Schrittketten-Struktur und rechts eine unerlaubte Struktur

Ausblick

Für komplexe Ablaufsteuerungen empfiehlt sich der Einsatz von speziell hierfür geeigneten Programmen wie z.B. GRAPH oder PCS 7. Durch Sequential Function Charts (SFC) kann eine definierte Kettentopologie erstellt werden. Dies erleichtert die Programmierung erheblich und senkt die Fehlerquellen deutlich.

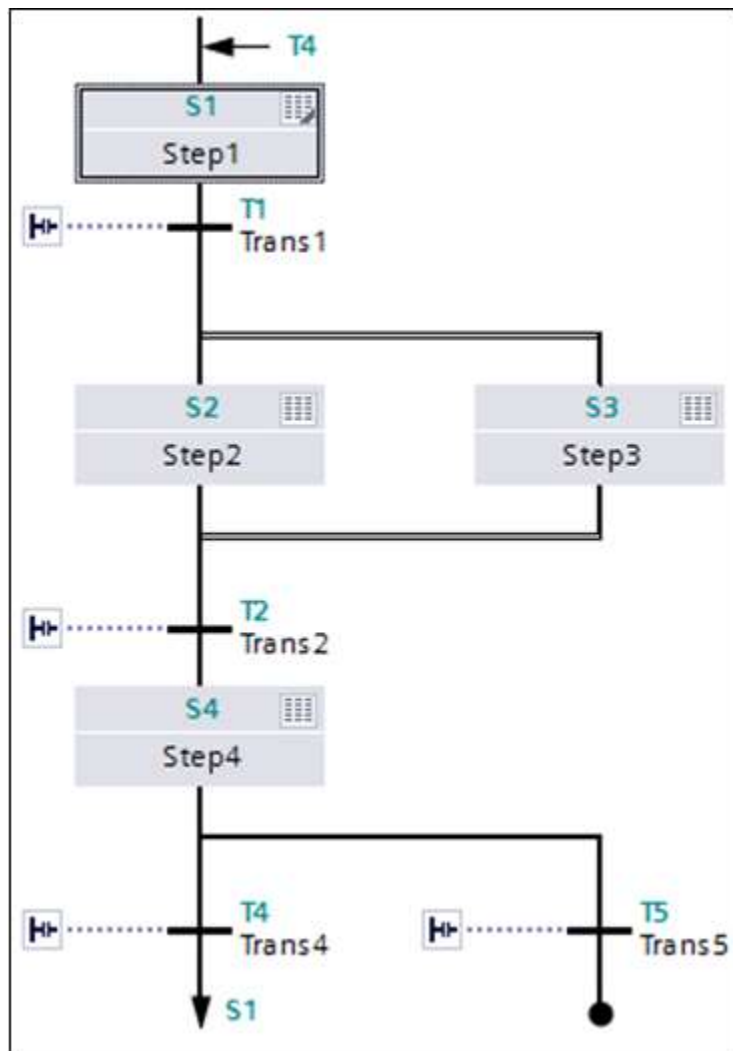


Bild 9: Ablaufsteuerung mit GRAPH

Viel Erfolg!

Anhang 1

Steuerungsauswahl LOGO! 8. Generation

- 8 Grundgeräte für alle Spannungen, davon vier mit neuem Display
- Durchgängig alle Geräte mit Ethernet-Schnittstelle, dabei schmal wie LOGO! 6 (4TE) und natürlich anschlusskompatibel zu Vorgängerversionen
- Verschiedene Spannungsvarianten DC 12V/24V RCE, AC/DC 24V RCE, DC 24V CE, AC/DC 115/240 V RCE
- Programmspeicher 400 Blöcke
- Integrierter Webserver in allen Grundgeräten
- Display im neuen Look & Feel (6-Zeilen mit je 16 Zeichen, farbig hinterleuchtbar)
- Anschlussmöglichkeit für abgesetztes Textdisplay LOGO! TDE über Ethernet an allen LOGO!8 Grundgeräten
- Erweiterter Temperaturbereich -20 .. 55°C, ohne Betauung



Bild 10: Basismodul ohne und mit Display

Basis Modul ohne Display

- Relaisausgänge mit max. 10 A Ausgangsstrom.
- Integriertes Speicher-EEPROM für Schaltprogramm und Sollwerte.
- Optional Standard Micro-SD-Karten.
- Integrierte Echtzeituhr mit automatischer Sommer-/Winterzeitumstellung.
- Pufferung der integrierten Echtzeituhr für 20 Tage.
- 8 Digitaleingänge, 4 Digitalausgänge.
- 4 Eingänge als Analogeingänge bei DC 12/24 V-Varianten (0 bis 10 V); Eingänge auch digital verwendbar.
- 4 Eingänge zum schnellen Zählen bis 5 kHz verwendbar (nur bei DC-Varianten).
- Schnittstelle zum Anschluss von Erweiterungsmodulen, max. 24 digitale Eingänge, 20 digitale Ausgänge, 8 analoge Eingänge und 8 analoge Ausgänge adressierbar.
- Anschluss des Textdisplays LOGO! TDE an LOGO! 8 über Ethernet.

LOGO! 24CEO <ul style="list-style-type: none"> • 4 (0 - 10 V) Eingänge analog nutzbar. • 4 Eingangs-/Versorgungsspannung 24 V DC • 4 Transistor Ausgänge 	LOGO! 12/24RCEO <ul style="list-style-type: none"> • 4 (0 - 10 V) Eingänge analog nutzbar. • 4 Eingangs-/Versorgungsspannung 24 V DC • 4 Relais Ausgänge 	LOGO! 24RCEO <ul style="list-style-type: none"> • AC/DC 24V Eingangs-/Versorgungsspannung • 4 Relais Ausgänge 	LOGO! 230RCEO <ul style="list-style-type: none"> • AC/DC 115 - 230V • Eingangs-/Versorgungsspannung • 4 Relais Ausgänge
--	--	--	---

Basis Modul mit Display

- Die platzsparenden Basisvarianten
- Schnittstelle zum Anschluss von Erweiterungsmodulen, max. 24 digitale Eingänge, 20 digitale Ausgänge, 8 analoge Eingänge und 8 analoge Ausgänge adressierbar
- Alle Grundgeräte mit integriertem Web-Server
- Gehäusebreite 72 mm (4 TE)
- Alle Grundgeräte mit Ethernet-Schnittstelle zur Kommunikation mit LOGO! 8, LOGO! TDE, SIMATIC Controller, SIMATIC Panel und PC
- Einsatz von Standard Micro-SD-Karten

LOGO! 24CE <ul style="list-style-type: none"> • 4 (0 - 10 V) Eingänge analog nutzbar. • 4 Eingangs-/Versorgungsspannung 24 V DC • 4 Transistor Ausgänge 	LOGO! 12/24RCE <ul style="list-style-type: none"> • 4 (0 - 10 V) Eingänge analog nutzbar. • 4 Eingangs-/Versorgungsspannung 24 V DC • 4 Relais Ausgänge 	LOGO! 24RCE <ul style="list-style-type: none"> • AC/DC 24V Eingangs-/Versorgungsspannung • 4 Relais Ausgänge 	LOGO! 230RCE <ul style="list-style-type: none"> • AC/DC 115 - 230V • Eingangs-/Versorgungsspannung • 4 Relais Ausgänge
---	---	---	--

LOGO! Produktinformationen:

<https://new.siemens.com/global/de/produkte/automatisierung/systeme/industrie/sps/logo/logo-basis-module.html>

Anhang 2

Logo Produktfamilie



Bild 11: Erweiterungsmodule
Digitale- und Analoge Module

Power & Einschaltstrombegrenzer: Vier verschiedene Netzteile, Redundanzmodule, Selektivitätsmodule, Puffermodule, Einschaltstrom-begrenzer

Bediengeräte: TDE - Text Display, maschinennahe Visualisierung

Software: LOGO! Soft Comfort (Demo-SW kostenlos), kostenloses LOGO! Access Tool, kostenloser LOGO! Web Editor (LWE)