

1	EINFÜHRUNG	3
2	IP-ADRESSE BEI DER LOGO! 0BA7 VERSTELLEN	5
2.1	EINSTELLEN DER LOGO! 0BA7	5
2.2	IP-ADRESSE IN DER LERNSOFTWARE GRAFCET-PRAKTIKUM EINSTELLEN	8
3	BEDIENUNGSHINWEISE	12
3.1	PROGRAMMGRUPPE GRAFCET-LOGO BZW. GRAFCET-S7-1200	12
3.2	ALLGEMEINE BEDIENUNGSHINWEISE IM GRAFCET-PRAKTIKUM	12
3.3	GRAFCET-EDITOR.....	15
3.4	GRAFCET-SEITEN ÜBERSETZEN UND AKTIVIEREN.....	19
4	GRAFCET-WERKZEUGBOX	23
5	BEISPIELE FÜR GRAFCET-PLÄNE.....	26
5.1	FÜLLSTAND	26
5.2	BLINKLICHT	26
5.3	SIMULTANAUSFÜHRUNG.....	27
5.4	ALTERNIERENDE PRESSE.....	27
5.5	EINGESCHLOSSENER TEIL-GRAFCET	28
5.6	EINGESCHLOSSENER TEIL-GRAFCET ALS MAKRO.....	29
5.7	ZWANGSGESTEUERTER TEIL-GRAFCET	30
6	ARBEITEN MIT DEM GRAFCET – PRAKTIKUM AM BEISPIEL „LAUFLICHT“	31
6.1	MITGELIEFERTES BEISPIEL BEI DER DEMO-VERSION.....	31
6.2	EINFÜHRENDES BEISPIEL MIT AUSFÜHRLICHER BESCHREIBUNG, AUFGABE LICHTERKETTE	32
6.3	AUFGABE NOT AUS-LICHTERKETTE	40
6.4	AUFGABEN MIT TASTER / SCHALTER	41
7	LADEN UND SPEICHERN VON BEISPIELLÖSUNGEN FÜR GRAFCET-PLÄNE	44
8	TASTATURBELEGUNG FÜR GRAFCET - TERME	46

Die Aufgaben mit beispielhaften Lösungen befinden sich auf der Installations-CD im Verzeichnis „Doku“!

Dieses Werk ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte vorbehalten, auch die der Übersetzung, des Nachdrucks und der Vervielfältigung des Werkes oder von Teilen daraus. Kein Teil des Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung der Ingenieurbüro Dr.-Ing. Schoop GmbH in irgendeiner Form reproduziert, vervielfältigt oder verbreitet werden.

1 Einführung

Mit der Lehrsoftware *GRAFCET-Praktikum* für die LOGO! und die S7-1200 können anhand simulierter Prozesse/Anlagen für verschiedene steuerungstechnische Aufgabenstellungen GRAFCET-Pläne entwickelt und an den Simulationen erprobt und optimiert werden.

Die Aufgaben orientieren sich an dem Produkt „LOGO!Learn Advanced 7“ bzw. „PLC-Trainer 1200“ der Fa. IKH DIDACTIC SYSTEMS.

Die GRAFCET-Pläne werden in einem Editor erstellt und der Ablauf wird in einer aktuellen Ansicht überwacht. Dabei werden die aktuellen Zustände der Blöcke und Transitionen farblich unterschieden.

Der LOGO! sind die ersten 4 analogen Eingänge, die ersten 8 binären Eingänge und die ersten 8 binären Ausgänge zugeordnet. Bei der S7-1200 sind zwei analoge Eingänge und 8 binäre Ein- und Ausgänge zugeordnet. Je nach Aufgabenstellung werden unterschiedliche Ein- und Ausgänge genutzt. Die Zustände bzw. die Werte der Signale werden in den Bedienbildern der jeweiligen Aufgaben dargestellt.

Die elektrische Beschaltung und die Darstellung der Steuerungseinrichtung orientiert sich an einer SPS (mit Ein- und Ausgangs-LED's).

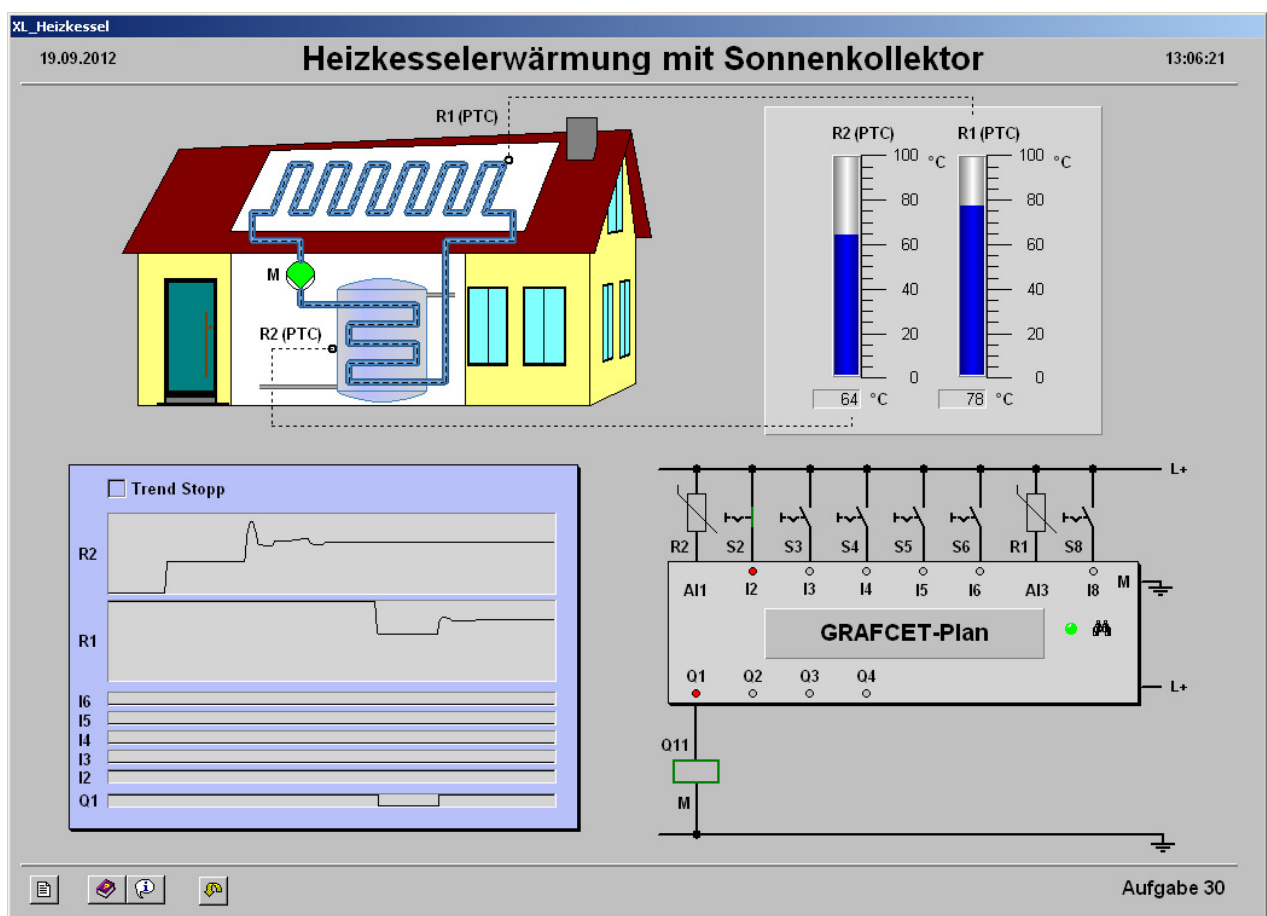


Abb.1 Ansicht Heizkesselerwärmung

Die zu entwickelnden GRAFCET-Pläne reagieren direkt auf die Eingänge der LOGO bzw. S7-1200 (Sensorsignale) und wirken auf die binären Ausgänge.

Folgende simulierte Anlagen bzw. Prozesse stehen zur Verfügung:

- ◆ Zahnradschmierung
- ◆ Hebebühne
- ◆ Lauflicht
- ◆ Zählen von Flaschen
- ◆ Stellplatzüberwachung
- ◆ Heizkesselerwärmung
- ◆ Temperaturüberwachung eines Kessel
- ◆ Temperaturüberwachung mit Leuchtmeldern
- ◆ Rolltor
- ◆ Tipp-Dauerbetrieb eines Motors
- ◆ Steuerung eines Umkehrantriebs
- ◆ Wendeschüttschaltung mit direkter Umschaltung
- ◆ Wendeschüttschaltung mit Umschaltung über Aus
- ◆ Drehrichtungserkennung einer langsam laufenden Welle
- ◆ Ampelanlage

In diesem Lehrgang kann für jede Anlage eine GRAFCET-Seite erstellt werden.

Im GRAFCET-Editor besteht der Zugriff auf die Eingänge über die Bezeichner *S0, S1, S2, S3, ...* oder über die Eingangssignale *I1, I2, I3 ...*. Dabei kann der Zustand der zugehörigen Schalter *Sx* und der Eingangssignale *Iy* durchaus unterschiedlich sein, abhängig davon ob die Eingänge als „Schließer“ oder „Öffner“ gewählt wurden. Die Ausgangssignale werden über die Bezeichner *Q1, Q2, Q3, Q4, Q5 oder P1, P2, P3, Q11 etc.* entsprechend der Darstellung im Bedienbild angesprochen.

Für jeden Prozess bzw. Anlage werden verschiedene Aufgabenstellungen und beispielhafte Lösungen im „Handbuch mit Lösungen und Aufgaben“ vorgestellt. Es können natürlich weitere eigene Aufgaben formuliert werden.

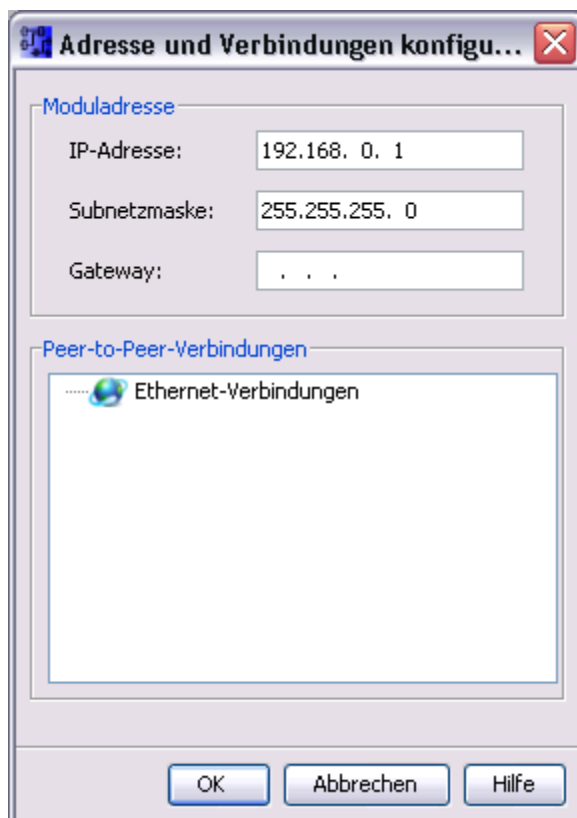
2 IP-Adresse bei der LOGO! 0BA7 verstellen

2.1 Einstellen der LOGO! 0BA7

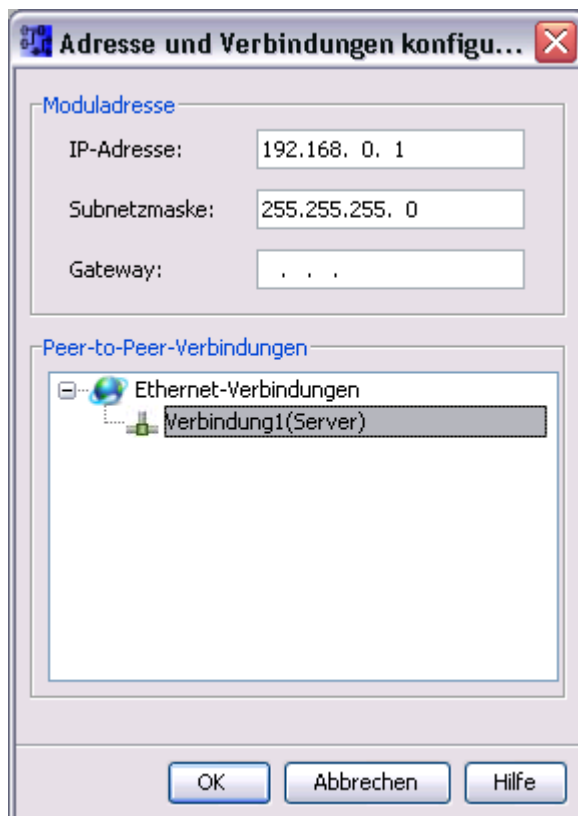
LOGO! Netzwerkverbindung einrichten

Damit der S7-Treiber mit einer LOGO!-SPS kommunizieren kann, muss in der LOGO eine Netzwerkverbindung eingerichtet werden. Hierzu wird die *LOGO!Soft* -Software verwendet. Gehen Sie hierzu wie folgt vor.

1. Starten Sie die *LOGO!Soft* -Software und wählen Sie den Menüpunkt *Extras / Ethernet-Verbindungen* .



2. Geben Sie in dem Dialog Adresse und Verbindungen konfigurieren die IP-Adresse und die Subnetz-Maske ein.
3. Wählen Sie mit der rechten Maustaste Ethernet-Verbindungen und dann den Menüpunkt *Verbindung hinzufügen*.



4. Doppelklicken Sie die neue Verbindung. Es erscheint der Dialog Verbindung.

Verbindung1

☐ Clientverbindung: fordert Datenübertragung zwischen lokalem PC und dezentraler SPS an

☒ Server-Verbindung: antwortet auf Verbindungsanforderungen dezentraler Clients

Eigenschaften lokaler Verbindungen (Server)

TSAP

☒ Mit Operator Panel (OP) verbinden

☒ Alle Verbindungsanforderungen akzeptieren.

Nur diese Verbindung:

Dezentrale Eigenschaften (Client)

TSAP

Keep Alive (Verbindungskontrolle)

☐ Keep-Alive-Funktion für diese Verbindung aktivieren

Keep-Alive-Intervall: Sekunden

OK Abbrechen Hilfe

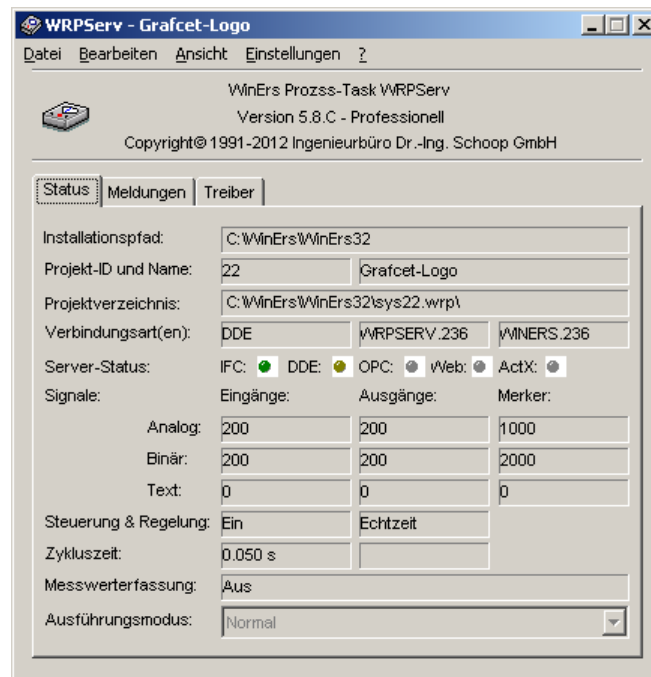
5. Tragen Sie hier ein: Server-Verbindung aktiviert, Mit OP-Panel verbinden aktiviert, Alle Verbindungsanforderungen akzeptieren aktiviert und unter TSAP (Client) 02.00.
6. Verlassen Sie alle Dialoge mit OK.
7. Fertig.

2.2 IP-Adresse in der Lernsoftware GRAFCET-Praktikum einstellen

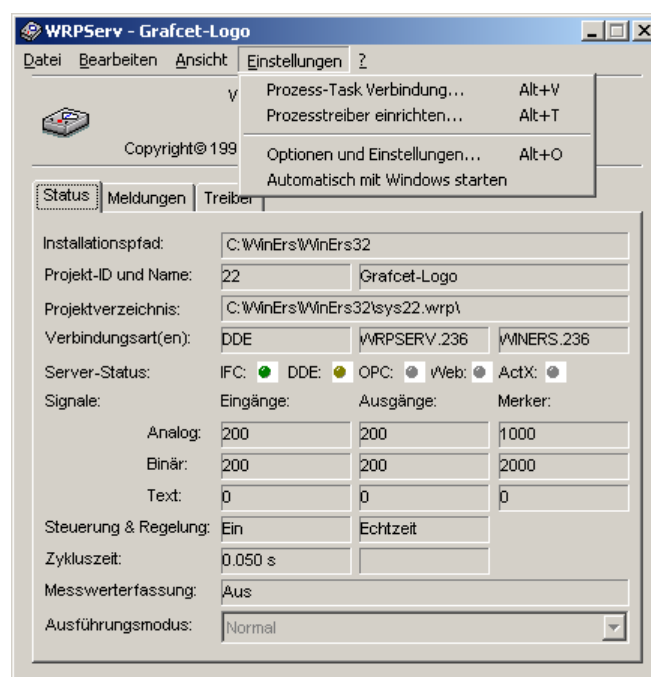
Bei Auslieferung der Software ist die IP-Adresse der LOGO bzw. S7-1200 standardmäßig auf die Adresse 192.168.0.1 eingestellt.

Sie können die IP-Adresse im Programm GRAFCET-Praktikum verändern.

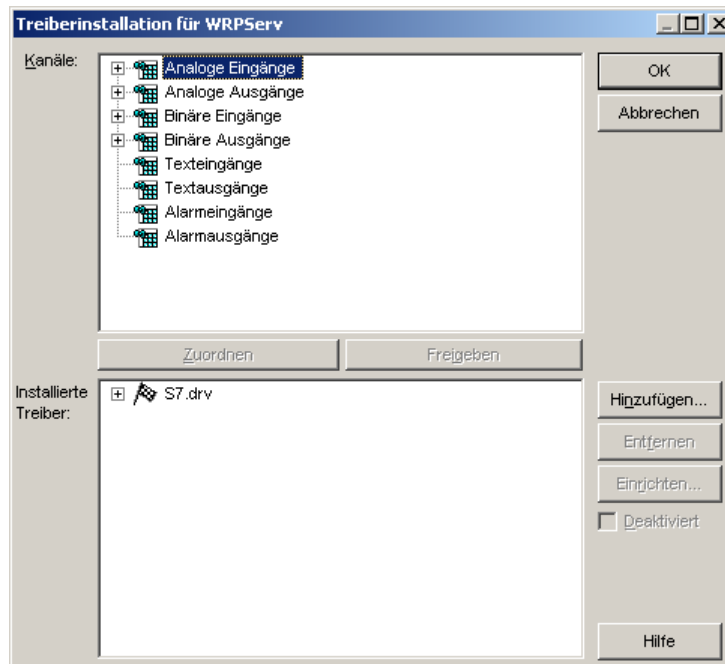
Dafür müssen Sie das Programm WRPServ (WinErs-Server) in den Vordergrund holen.



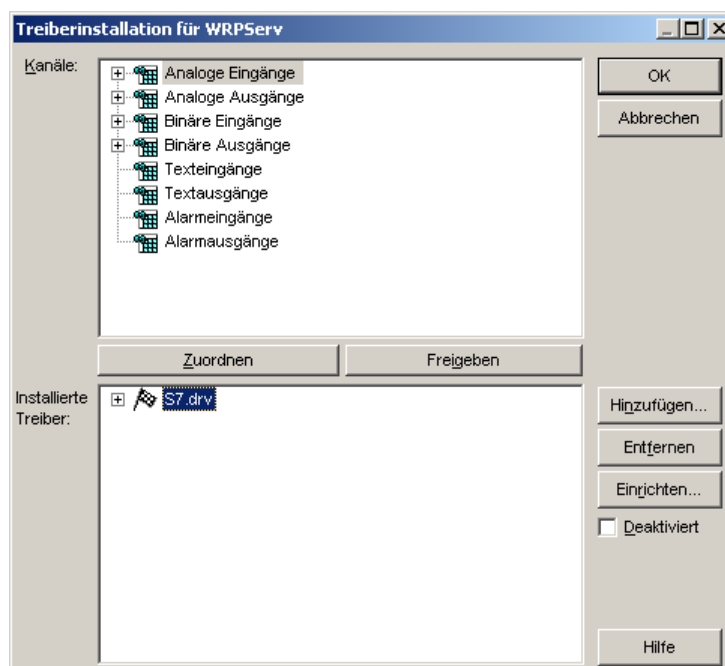
Klicken Sie „Einstellungen“ und „Prozessstreiber einrichten“.



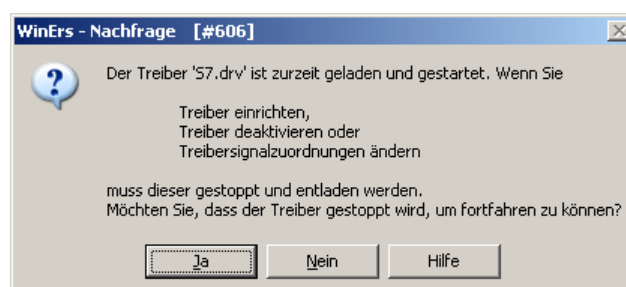
Es erscheint folgender Dialog:



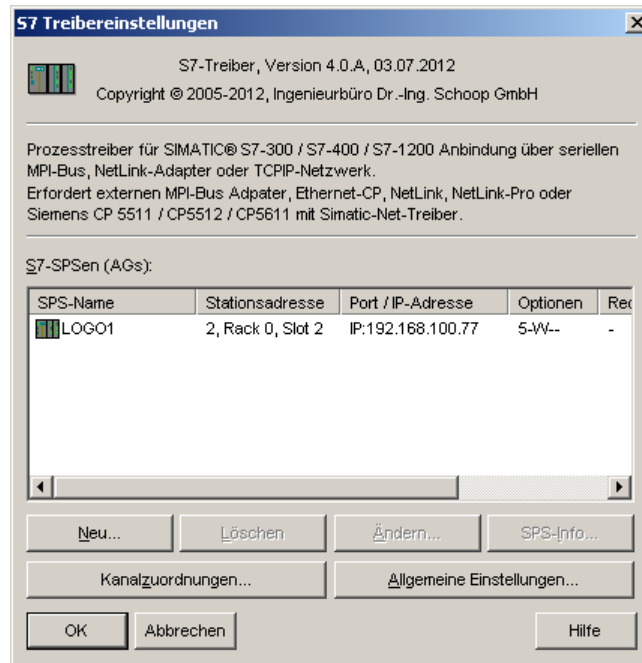
Markieren Sie hier „S7.drv“ und drücken dann „Einrichten“



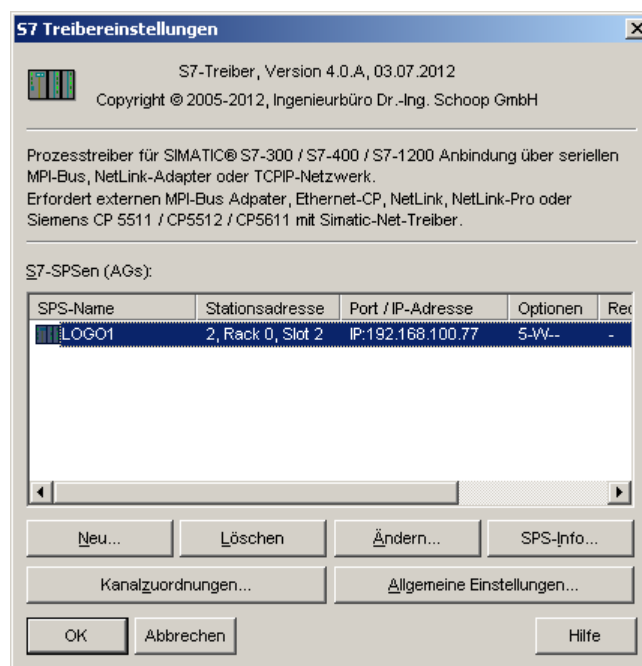
Auf die folgende Nachfrage drücken Sie „Ja“



Es erscheint folgender Dialog:



Hier wählen Sie „LOGO1 2, Rack0, Slot 2 ...“ bzw. „S7-1200 2, Rack0, Slot 2...“ aus.



Klicken Sie auf „Ändern“ und es erscheint folgender Dialog:

SPS (AG) Eigenschaften

SPS_Name (AG-Name): LOGO1

Transportweg: LOGO! / TCP/IP

Stationsadresse (PLC Adresse): 2 Rack: 0 Slot: 2

IP-Adresse: 192.168.100.77

Serielle Schnittstelle: COM1

Serielle Baudrate: 115200

Optionen:

- ☒ Schreiben in SPS erlauben. ☐ SPS-Uhrzeit synchronisieren.
- ☐ SPS deaktivieren.
- ☐ SPS erfordert Kennwort:
- Wartezeit nach Abfragen: 0 ms

OK Abbrechen Redundanz... Hilfe

Hier können Sie bei IP-Adresse Ihre gewünschte Adresse einstellen.

Verlassen Sie alle Dialoge mit „OK“ und die Software übernimmt Ihre eingestellte Adresse.

3 Bedienungshinweise

3.1 Programmgruppe GRAFCET-LOGO bzw. GRAFCET-S7-1200

Innerhalb der Programmgruppe zum Starten des GRAFCET-Praktikums stehen drei Möglichkeiten zur Auswahl

- *GRAFCET-Praktikum starten*

Das GRAFCET-Praktikum wird gestartet

- *Grundzustand wieder herstellen*

Das GRAFCET-Praktikum wird in den Grundzustand zurückversetzt, d.h. das GRAFCET-Praktikum bekommt den Zustand, den es nach der Installation gehabt hat (z.B. sind dann alle selbst erstellten GRAFCET-Pläne nicht mehr vorhanden) und die IP-Adresse steht wieder auf 192-168.0.1.

- *Lokales Projekt entfernen*

Für jeden Benutzer wird das Projekt des GRAFCET-Praktikums beim ersten Start des Praktikums in einen benutzerspezifischen Bereich auf der Platte kopiert. Damit arbeitet jeder Benutzer auf einem eigenen Datenbereich. Dadurch bleiben für jeden Benutzer seine Daten, insbesondere seine erstellten GRAFCET-Pläne erhalten und können nicht durch einen anderen Benutzer verändert werden.

Über diesen Programmpunkt wird das lokal kopierte Projekt gelöscht. Wird das GRAFCET-Praktikum danach wieder gestartet, so hat es dann wieder den Urzustand (wie nach der Installation).

Der Programmpunkt „Grundzustand wieder herstellen“ führt praktisch den Programmpunkt „Lokales Projekt entfernen“ und „GRAFCET-Praktikum starten“ nacheinander aus.

3.2 Allgemeine Bedienungshinweise im GRAFCET-PRAKTIKUM

In den GRAFCET-Plänen werden die aktuellen Zustände farblich unterschieden. Auch die Schaltkontakte der Sensoren und Aktoren an den Ein- und Ausgängen der Steuerschaltung zeigen den aktuellen Zustand an. Die elektrische Beschaltung und die Darstellung der Steuerungseinrichtung orientiert sich an einer SPS (mit Ein- und Ausgangs-LED's).

Das Startfenster des Lehrgangs ist immer das Inhaltsverzeichnis.

Das Programm sollte auch von dieser Seite über Anklicken des Fenstersymbols verlassen werden.



Der Rücksprung zur letzten dargestellten Seite erfolgt über die neben stehende Schaltfläche.



Ein PDF mit Bedienungshinweisen bzw. einer Einführung wird geöffnet



Informationen über das Programm *WinErs* und zum *GRAFCET-Praktikum* erhalten Sie über die Schaltfläche mit dem WinErs-Logo.



Der für Ausdrücke zur Verfügung stehende Drucker muss einmalig über die abgebildete Schaltfläche ausgewählt, bzw. bestätigt werden.



Für die Zuordnung von Schaltungsentwürfen zu den Bearbeitern ist es häufig sinnvoll, unten auf dem Inhaltsverzeichnis Namen, Klasse und Datum des aktuellen Bearbeiters einzutragen.

Bearbeiter:	Bearbeiter 1	Klasse:	Musterklasse	Datum:	18.3.02
-------------	---------------------	---------	---------------------	--------	----------------

Zu den einzelnen Seiten des Lehrgangs kann innerhalb des Inhaltsverzeichnisses durch Anklicken des Themas (Farbumschlag auf *rot*) gewechselt werden.

In allen Arbeitsblätter steht oben die Bezeichnung der Aufgabe

XL_Hebebühne		
25.09.2012	Hebebühne	16:40:50

Im unteren Teil des Arbeitsblattes werden allgemeine Aktionen und Hinweise dargestellt

				Keine Verbindung zur LOGO	Aufgabe 21
--	--	--	--	---------------------------	------------

(von links nach rechts)



- Zurück zum Inhaltsverzeichnis
- Bedienungshinweise anzeigen
- Aufgabenstellung anzeigen
- Anfangswerte wieder herstellen (Reset)
- aktuelle Seite ausdrucken (Prozessbild drucken)

Falls die Verbindung zur SPS nicht hergestellt ist, kommt ein Hinweis

Keine Verbindung zur LOGO

Die Aufgabennummer bezieht sich auf die Aufgaben aus dem Produkt „LOGO!Learn Advanced 7“ bzw. „PLC-Trainer 1200“ der Fa. IKH DIDACTIC SYSTEMS

Aufgabe 21

Alle Arbeitsblätter befinden sich nach der Auswahl in einem definierten Grundzustand und alle GRAFCET-Seiten sind deaktiviert.

Wird zwischenzeitlich auf ein anderes Arbeitsblatt umgeschaltet, so startet die aktuelle Seite immer mit dieser Voreinstellung. Erstellte GRAFCET-Pläne bleiben erhalten, werden aber nicht mehr ausgeführt.

Ist durch fehlerhafte Bedienung ein unerwünschter Zustand eingetreten, sollte die Simulation wieder in die Grundstellung (*Schaltfläche mit Pfeil*) zurückgesetzt werden.



Falls die GRAFCET-Seite des Arbeitsblattes aktiv ist, wird die Steuerung allerdings weiter ausgeführt.

Der GRAFCET-Editor zum Erstellen von GRAFCETPlänen wird durch Drücken auf *GRAFCET-Plan* geöffnet werden.

GRAFCET-Plan



Für den GRAFCET-Plan sind zwei Betriebsmodi zu unterscheiden:

EDITIER-Betrieb:

Nach dem Anklicken der Schaltfläche „GRAFCET-Plan“ kann der GRAFCET-Plan editiert werden. Blöcke (Schritte, Aktionen) sowie die Transitionen können aus der „Werkzeug“-Box auf der Arbeitsfläche platziert und miteinander verbunden werden. Weitere Hinweise zur Bedienung des GRAFCET-Editors finden sich in der online-Hilfe (Klicken auf das ?-Symbol) und im Bedienungshandbuch im Kapitel „GRAFCET-Editor“.

RUN-Betrieb:

Wurde der GRAFCET-Plan fertig entwickelt, kann über das Ampelsymbol in der oberen Buttonleiste zum Ausführungsmodus gewechselt werden. Während des Umschaltens wird der GRAFCET-Plan auf Editierfehler überprüft. Sind Fehler aufgetreten, so werden sie in einer Fehler-Box aufgelistet und beschrieben. Durch Klicken auf die Fehlermeldung wird durch Markierung gezeigt, wo der Fehler sich befindet. Wurde der GRAFCET-Plan fehlerfrei übersetzt, wird er direkt ausgeführt. In dem Ausführungsmodus reagiert der GRAFCET-Plan auf Änderungen der Eingangssignale und führt die Steuerungsschritte durch.

Wird der GRAFCET-Plan ausgeführt (RUN-Betrieb), leuchtet die kleine grüne LED und ein Fernglas wird angezeigt.



Durch Drücken des Fernglases erscheint ein Fenster mit der Ansicht des ausgeführten GRAFCET-Plans.

Die Bedienung der Anlage bzw. des Prozesses erfolgt entsprechend der Aufgabenstellung über die Eingänge der SPS (Schalter, Taster, Potentiometer) und der Ablauf der erstellten Steuerung kann an den Ausgängen der SPS beobachtet werden.

3.3 GRAFCET-Editor

Nach Öffnen einer Seite aus dem Inhaltsverzeichnis und Drücken auf *GRAFCET-Plan* innerhalb dieser Seite erscheint das Fenster mit dem GRAFCET-Editor. Falls noch keine GRAFCET-Pläne erstellt wurden, ist die Seite bis auf die Werkzeugbox leer.

Nach der Installation des GRAFCET-Praktikums bzw. nach dem Aufruf des Programmpunktes „Grundzustand wieder herstellen“ aus der Programmgruppe befindet sich auf der Seite mit der „Ampelschaltung“ ein beispielhafter GRAFCET-Plan. Diesen können Sie ausführen lassen, verändern oder löschen. Alle anderen Seiten sind leer.

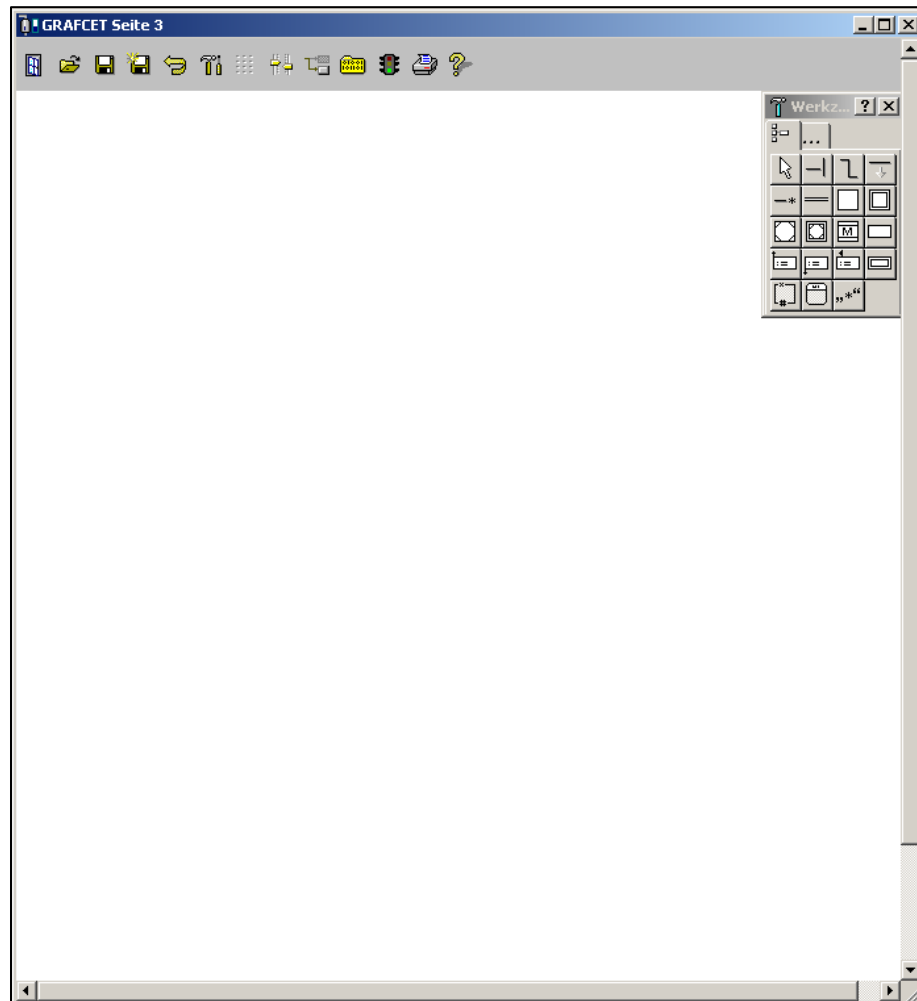


Abb. 2 leere Seite im GRAFCET-Editor



Im Grafcet-Editor werden mithilfe der Werkzeugbox GRAFCET-Pläne erstellt oder geändert.

Durch Klicken mit der linken Maustaste auf die GRAFCET-Symbole in der Werkzeugbox werden die Elemente ausgewählt und können dann auf der Seite mit der linken Maustaste platziert werden.

Durch die Wirkungsline bzw. das Wirkungspolygon werden die Elemente miteinander auf der Seite verbunden.

Um ein Element in eine GRAFCET-Seite einzufügen, wählen Sie dieses aus der Werkzeugbox durch Anklicken aus. Gehen Sie mit der Maus auf die gewünschte Position innerhalb der GRAFCET-Seite und drücken Sie die linke Maustaste. Das ausgewählte Symbol wird an dieser Stelle platziert. Blöcke mit Ein- oder Ausgängen können Sie direkt auf oder am Ende von Verbindungslinien positionieren. Die Linie wird dabei passend aufgespalten bzw. gekürzt.

Verbindungslinien bzw. Polygone werden durch Ziehen- und Loslassen mit der Maus erzeugt, nachdem diese zuvor in der Werkzeugbox ausgewählt wurden.

Alle so gemachten Eingaben werden dabei auf das momentane Eingaberaster ausgerichtet.

Im Zeigermodus kann durch Klicken mit der linken Maustaste auf ein Element dieses markiert werden. Durch gleichzeitiges Drücken der Steuerungstaste (Strg-Taste) und weiteres Klicken auf andere Elemente können mehrere Elemente auf einmal markiert werden. Durch Klicken auf ein Element und Klicken auf ein weiteres Element bei gedrückter Umschalttaste (Umsch-Taste) werden alle vollständig in dem beschriebenen Rechteck liegenden Elemente markiert. Durch Ziehen-und-Ablegen bei gedrückter Maustaste werden die markierten Elemente verschoben.

Durch Aufziehen eines Rechtecks mit der Maus (Mausklick auf einen freien Bereich und ziehen bei gedrückter Maustaste) werden die vollständig von diesem Rechteck umschlossenen Elemente ebenfalls markiert.

Mit der rechten Maustaste oder durch die Esc-Taste können Mausoperationen abgebrochen werden.

Die Elemente auf einer GRAFCET-Seite können durch die Tasten Tab und Umsch+Tab einzelnen durchlaufen werden. Durch Betätigen der Eingabe-Taste oder Doppelklicken öffnet sich der Einstellungsdialog des markierten Elementes

Ist ein Werkzeug in der Werkzeugbox eingeschaltet, so wird per Mausclick ein entsprechendes Element in die GRAFCET-Seite eingefügt. Damit mit jedem Mausclick nicht weitere dieser Elemente eingefügt werden, sollte die Esc-Taste oder die rechte Maustaste gedrückt werden. Bei größenveränderbaren Elementen können diese auch durch Aufziehen eines Rechteckbereiches mit der Maus eingefügt und positioniert werden.

Wenn das Autorouting eingeschaltet ist (siehe Symbolleiste), können Sie Verbindungen direkt (und auch schräg) von einem Element zum anderen ziehen. Das Programm versucht dann, automatisch einen Verbindungsweg zu finden. Das Autorouting arbeitet allerdings nur mit der Verbindungslinie. Bei Verbindungspolygonen werden die Stützstellen immer manuell vorgegeben.

Alle Eingaben, die Sie mit dem GRAFCET-Editor vornehmen, werden auf ein Gitter ausgerichtet.

Elemente können in der Breite oder Höhe mit der Maus in bestimmten Grenzen vergrößert oder verkleinert werden. Andere Blöcke, wie beispielsweise der Kommentarblock, sind frei in der Größe veränderbar.

Beim Verschieben von Elementen können Sie wählen, ob die Verbindungen nachverfolgt werden sollen (Autorouting) oder nicht (über die Symbolleiste einstellbar). Das Autorouting arbeitet immer mit einem festen Achter-Raster, unabhängig vom eingestellten Ausrichtungsgitter.

Bei eingeschaltetem Autorouting können Sie dieses spontan unterdrücken, in dem Sie beim Verschieben von Elementen die Alt-Taste gedrückt halten.

Über Schaltflächen der Symbolleiste können markierte Elemente in eine Datei auf der Festplatte gespeichert und wieder geladen werden, z.B. um sie später in andere GRAFCET-Seiten einzufügen.

Mit der Taste F6 können Sie die Wirkungsrichtung der Verbindungen temporär einblenden. Mit der F7-Taste können Sie ein Fadenkreuz einblenden, z.B. um die Ausrichtung der Elemente zu überprüfen.

Zum Kopieren und Einfügen von markierten Elementen können Sie die Tasten <Strg> + <Einf> bzw. <Umsch> + <Einf> nutzen.

Innerhalb des GRAFCET-Editors können Sie die Hilfe zu einem Element aufrufen, in dem Sie dieses einzeln markieren und die Taste F1 betätigen.

Durch Doppelklick auf die platzierten Elemente können Sie sie einstellen, d.h. Sie können abhängig vom Element z.B. Signale wählen, Bedingungen eingeben oder Teil-GRAFCETs wählen.

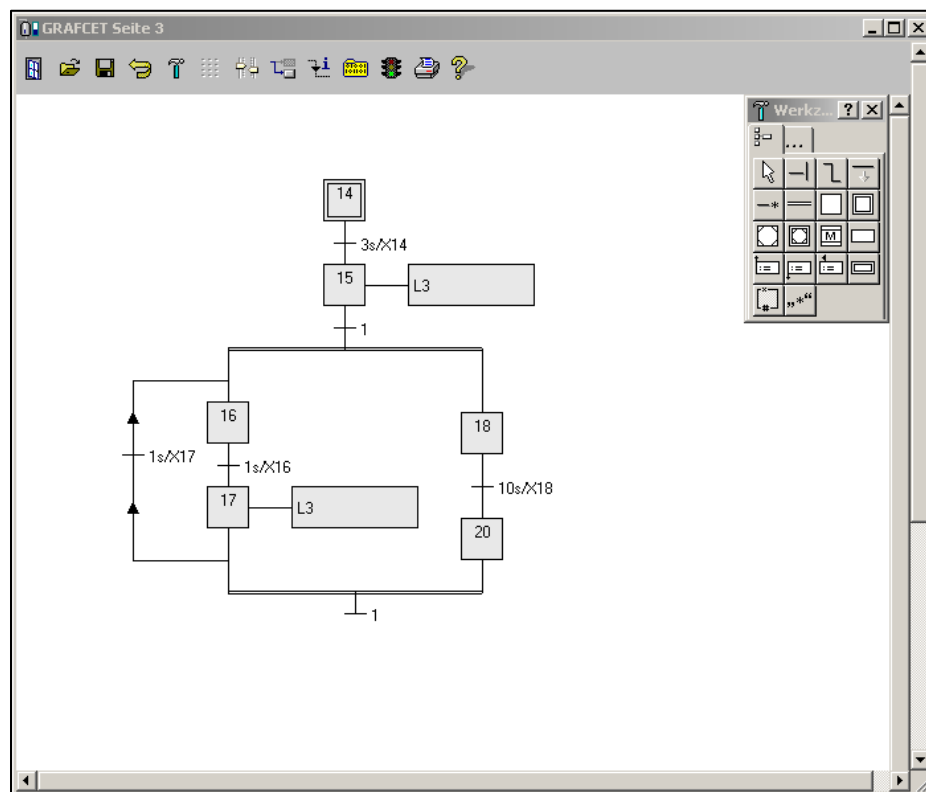


Abb.3 Beispiel eines im GRAFCET-Editor erstellten GRAFCET-Plans

Die obere Buttonleiste bietet sowohl Einstellungsmöglichkeiten für den Editor als auch für die GRAFCET-Seite.



Eine ausführliche Beschreibung aller Buttons finden Sie in der online-Hilfe, wenn Sie das Fragezeichen drücken.

3.4 GRAFCET-Seiten übersetzen und aktivieren

Der Anwender erstellt seinen GRAFCET-Plan mithilfe der Werkzeugbox wie oben beschrieben.



Durch Drücken des Buttons mit der Karteikarte kann überprüft werden, ob der Plan (syntaktisch) richtig erstellt wurde.



Durch Drücken des Buttons mit der Ampel wird der Plan überprüft und aktiviert.

Wurde die Seite nicht richtig erstellt, wird eine Fehlermeldung ausgegeben. Durch Klicken auf die Fehlermeldung wird der Fehler in dem GRAFCET-Plan blau markiert.

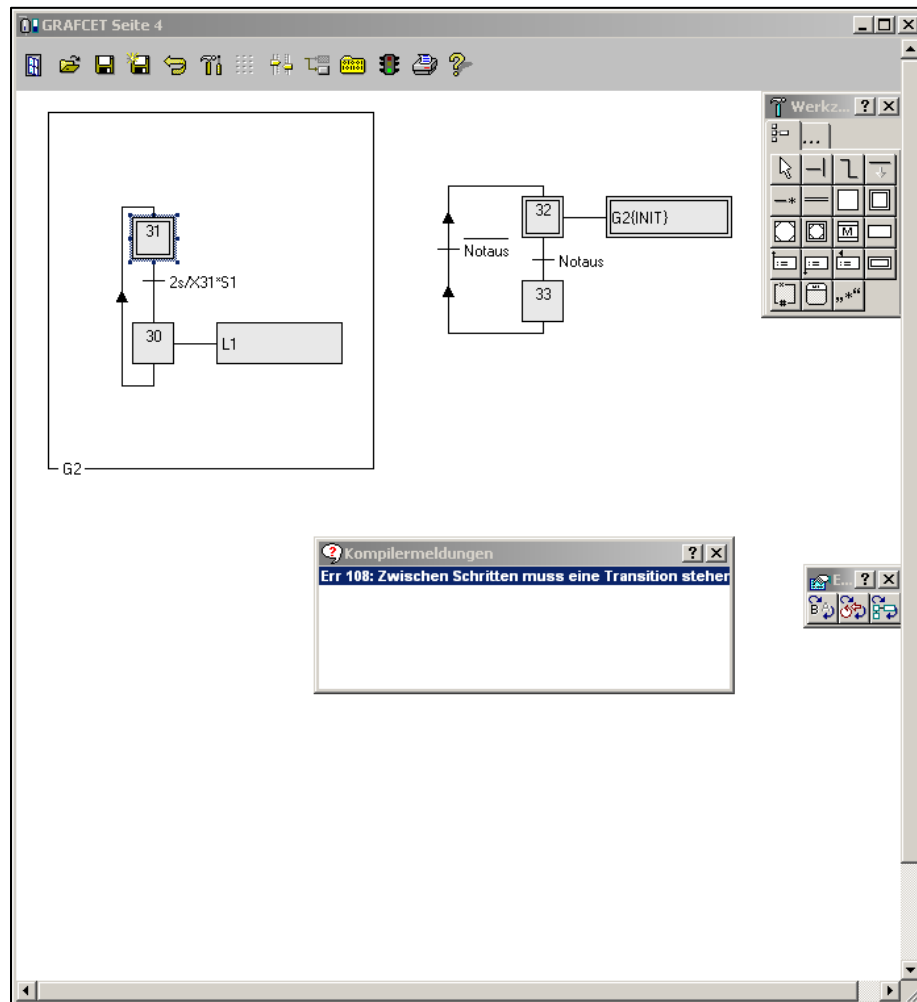


Abb.4 Fehlermeldung nach dem Übersetzen bzw. Aktivieren der GRAFCET-Seite

Wurde die Seite fehlerfrei erstellt, so wird die Seite nach dem Drücken auf die Ampel sofort ausgeführt (aktiviert). Die Anfangsschritte der Seite werden gesetzt.

Es erscheint ein Fenster (GRAFCET-Ansicht), indem der Ablauf des GRAFCET-Plans beobachtet werden kann.

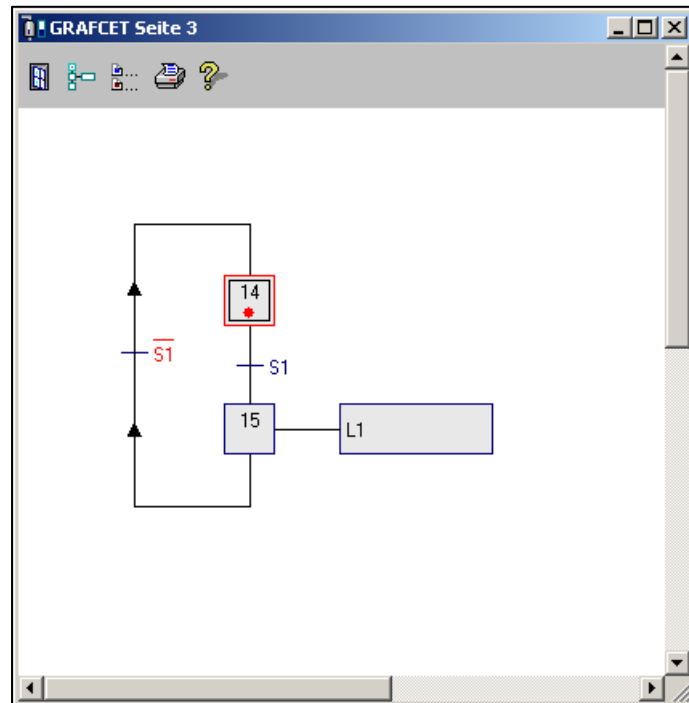


Abb.5 Aktivierter GRAFCET-Plan in der GRAFCET-Ansicht

Der Plan aus Abbildung 5 steht im rot markierten Initialisierungsschritt (14) und wartet bei der folgenden Transitionsbedingung darauf, dass das Signal $S1$ auf 1 (High) geht.

Wenn $S1$ auf 1 geht, wird Schritt 15 aktiv und dadurch wird das Signal $L1$ durch die *kontinuierlich speichernde Aktion* auf 1 gesetzt. Erhält das Signal $S1$ wieder den Zustand 0, wird der Initialisierungsschritt (Anfangsschritt) wieder gesetzt und das Signal $L1$ geht auf 0 (bedingt durch die *kontinuierlich wirkende Aktion*).

Sie können GRAFCET-Seiten auch gezielt initialisieren, d. h. Sie können Anfangsschritte setzen, alle Schritte resettet oder ausgewählte Schritte setzen.



Durch Drücken dieses Buttons in der Buttonleiste der GRAFCET-Ansicht erscheint der Initialisierungs-Dialog aus Abbildung 6.

Über diesen Dialog können Sie alle Schritte des GRAFCET-Plans resettet (Leere Situation), Anfangsschritte setzen (Anfangssituation) oder ausgewählte Schritte setzen (Ausgewählte Schritte setzen).

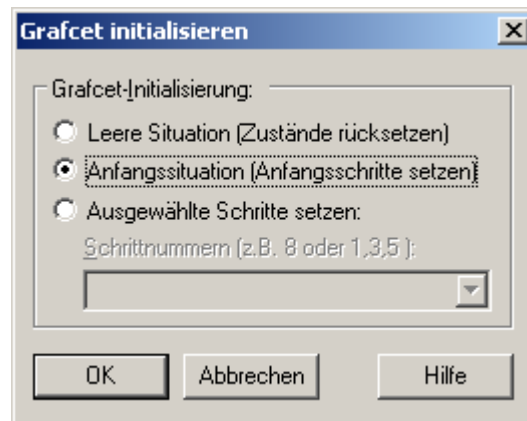


Abb.6 GRAFCET initialisieren

4 GRAFCET-Werkzeugbox

In der Werkzeugbox des GRAFCET-Editors sind alle Elemente enthalten, die beim Erstellen einer GRAFCET-Seite verwendet werden können. Mit diesen Elementen können komplexe GRAFCET-Pläne erstellt werden.

Wird eines der Elemente in der Werkzeugbox angeklickt, verändert sich die Form des Cursors, wenn er in das Editorfenster geführt wird. Er besteht dann aus einem Pfeil mit einer symbolischen Andeutung des ausgewählten Elements. Der Cursor befindet sich im Block-/ Linienmodus. In diesem Modus wird durch Klicken bzw. Klicken und Ziehen bei den Linienelementen im Editorfenster an der entsprechenden Stelle das ausgewählte Element eingefügt bzw. dargestellt.



Durch Anklicken des Pfeils, Drücken der Esc-Taste oder Drücken der rechten Maustaste wird der Zeigermodus aktiviert.

Damit die Werkzeugbox übersichtlich bleibt, werden nicht alle Werkzeuge gleichzeitig eingeblendet. In der oberen Zeile sind zwei Schaltflächen angeordnet, mit denen man zu den Werkzeugen kommt für



Standard GRAFCET-Elemente, wie in DIN EN 60848 vorgesehen.



Erweiterte GRAFCET-Elemente, die durch DIN EN 60848 nicht definiert sind.

In dem GRAFCET-Praktikum werden nur die Standard GRAFCET-Elemente eingesetzt.

Standard GRAFCET-Elemente (wie in DIN EN 60848 vorgesehen)



Linie (2-Punkt-Verbindung) für Wirk- oder Aktionsverbindungen.



Polygon bzw. Linienzug (Mehrpunkt-Verbindung) für Wirk- oder Aktionsverbindungen.



Verbindungskennzeichen für Verzweigungen.



Transition



Synchronisation



Schritt



Anfangsschritt



Einschließender Schritt



Einschließender Anfangsschritt



Makroschritt



Kontinuierlich wirkende Aktion (Zuweisung)



Gespeichert wirkende Aktion bei Aktivierung (Zuordnung)



Gespeichert wirkende Aktion bei Deaktivierung (Zuordnung)



Gespeichert wirkende Aktion bei Ereignis (Zuordnung)



Zwangssteuernder Befehl



Einschließung (Teil-GRAFCET / Struktur)



Makro (Teil-GRAFCET / Struktur)



Kommentar

Erweiterte GRAFCET-Elemente (die durch DIN EN 60848 nicht definiert sind)



Anzeigefeld für (lokale) GRAFCET-Variablen und (globale) Signale



Erweiterte kontinuierlich wirkende Aktion (Zuweisung)



Notaus-Aktion



Rezepturauslösende Aktion



Alarmquittierungs-Aktion



Systemsteuerungs-Aktion

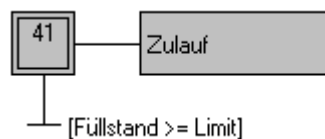
Durch Doppelklick auf die im Editor platzierten Elemente können die Elemente eingestellt werden.

5 Beispiele für GRAFCET-Pläne

Die folgenden Beispiele können mit dem GRAFCET-Praktikum nicht realisiert werden. Sie sollen nur einige Möglichkeiten von GRAFCET aufzeigen.

Spezielle Beispiele für das GRAFCET-Praktikum befinden sich im Kapitel 6.

5.1 Füllstand

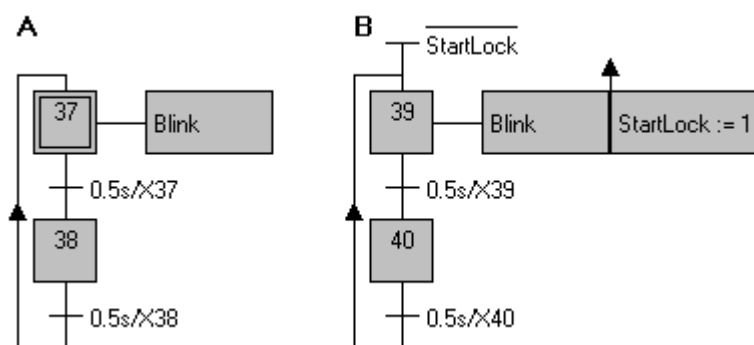


Das Beispiel zeigt das Befüllen eines Behälters bis zum Grenzwert *Limit*. Der Istwert des Füllstands wird durch die Variable *Füllstand* angegeben. Der Ausgabewert *Zulauf* öffnet oder schließt das Befüllungsventil.

Der GRAFCET-Plan wird durch den Anfangsschritt 41 gestartet. Dieser löst sogleich die kontinuierlich wirkende Aktion *Zulauf* aus, die *Zulauf* den Wert True zuweist und das Zulaufventil öffnet. Die Transition mit der Bedingung *[Füllstand >= Limit]* setzt den Schritt und damit die Aktion wieder zurück, wenn das Limit erreicht ist. Durch die kontinuierlich wirkende Aktion wird dann *Zulauf* der Wert False zugewiesen.

Wenn während der Anfangssituation die Transitionsbedingung *[Füllstand >= Limit]* bereits erfüllt ist, erfolgt ein transienter Ablauf: Schritt 41 wird nur virtuell aktiviert und die Aktion *Zulauf* wird nicht ausgelöst.

5.2 Blinklicht

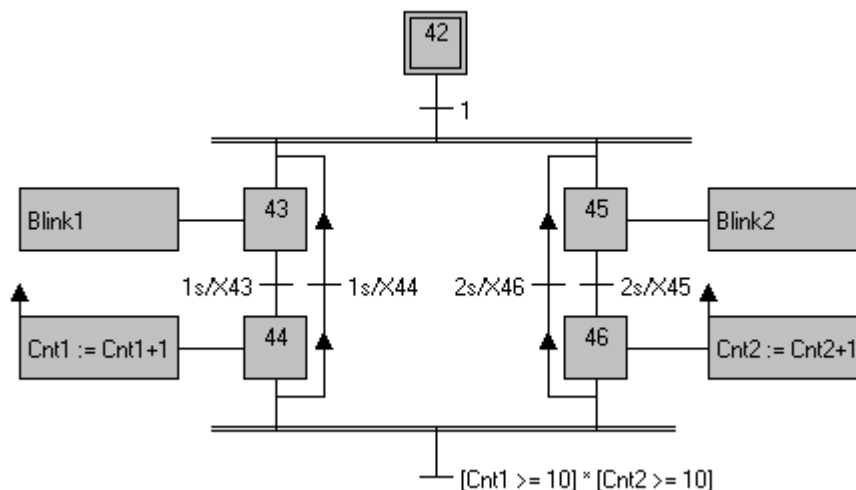


Der GRAFCET-Plan A zeigt ein einfaches Blinklicht mit dem Ausgabewert *Blink* in Form einer geschlossenen Ablaufkette. Der Ausgabewert *Blink* blinkt mit der Periode $T = 2 \cdot 0.5s = 1s$. Die kontinuierlich wirkende Aktion setzt *Blink* auf den Wert True, während Schritt 37

aktiv ist und auf den Wert False, wenn Schritt 37 inaktiv ist. Der GRAFCET-Plan wird durch die Anfangssituation (Anfangsschritt 37 gesetzt) gestartet.

Statt den GRAFCET-Plan über einen Anfangsschritt (Plan A) zu starten, lässt sich der Plan auch über eine Transition starten (Plan B).

5.3 Simultanausführung



Der GRAFCET-Plan zeigt zwei gleichzeitig ausgeführte zeitlich begrenzte Blinker *Blink1* und *Blink2*. Beide Blinker werden simultan nach dem Anfangsschritt 42 und der immer erfüllten Transition 1 gestartet. Die Schritte 44 und 46 erhöhen durch die gespeichert wirkenden Aktionen jeweils die Blinkerzähler *Cnt1* und *Cnt2* um eins.

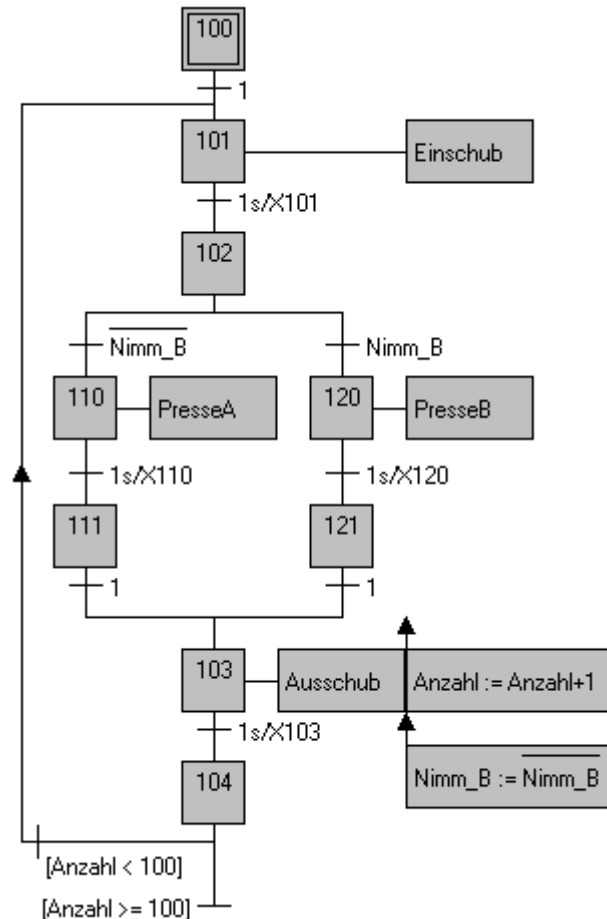
Die simultane Zusammenführung ist dann erfüllt, wenn beide Blinker mindestens 10 mal geblinkt haben (Transitionsbedingung $[Cnt1 \geq 10] * [Cnt2 \geq 10]$) und die Schritte 44 und 46 gleichzeitig aktiv sind: Die Schlusstransition $[Cnt1 \geq 10] * [Cnt2 \geq 10]$ setzt die Schritte 44 und 46 zurück und der Ablauf ist beendet.

5.4 Alternierende Presse

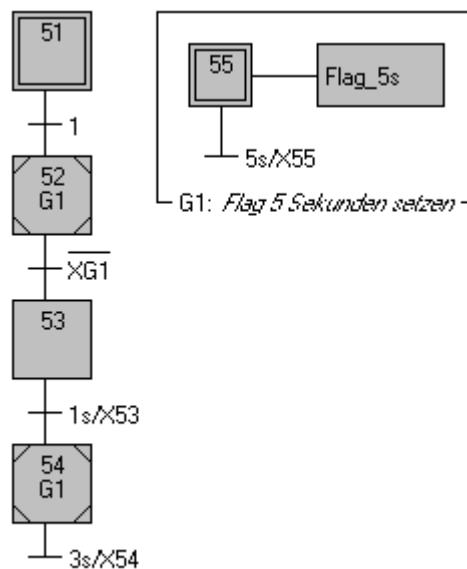
Der GRAFCET-Plan zeigt die Steuerung eines Laufbandes mit einem Einschub, einem Ausschub und zwei Pressen A und B, die unterschiedliche Produkte pressen. Es werden 50 Produkte A und 50 Produkte B, insgesamt also 100 Stück, gepresst. Einschub und Ausschub werden bei jedem Produkt benötigt. Die Umschaltung zwischen *PresseA* und *PresseB* wird durch *Nimm_B* bewerkstelligt. *Nimm_B* wird in jedem Durchlauf negiert, alterniert also. Begonnen wird die Produktion mit Produkt A.

Das Beispiel zeigt die exklusive alternative Ausführung (A und B dürfen nicht zugleich gepresst werden), sowie eine Schleifenbildung ($[Anzahl < 100]$). Die Transition $[Anzahl \geq 100]$ beendet den Ablauf.

Die gespeichert wirkenden Aktionen für *Anzahl* und *Nimm_B* sind an *Ausschub* angedockte Aktionen. Die Andockung ist über das ausgerichtete Aneinanderlegen von Aktionen ebenso wie über das Aneinanderlegen der Ereignissymbole (Aktion *Nimm_B*) möglich.



5.5 Eingeschlossener Teil-GRAFCET

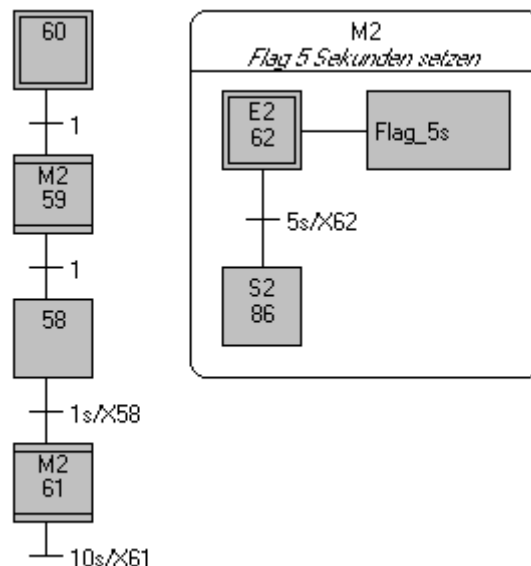


Das Beispiel zeigt einen Teil-GRAFCET *G1* (eine Struktur), der als Einschließung verwendet wird. Die Einschließung erfolgt zweimalig durch die einschließenden Schritte 52 und 54.

Nach Schritt 52 wird Schritt 53 erst aktiv, wenn der Teil-GRAFCET *G1* beendet wurde, d. h. kein Schritt von *G1* mehr aktiv ist (Transitionsbedingung *!XG1*). Dies ist durch die Transitionsbedingung *5s/X55* nach 5 Sekunden der Fall.

Der einschließende Schritt 54 wird nach 3 Sekunden durch die darauf folgende Transition zurückgesetzt. Dadurch wird auch der noch laufende Teil-GRAFCET *G1* abgebrochen.

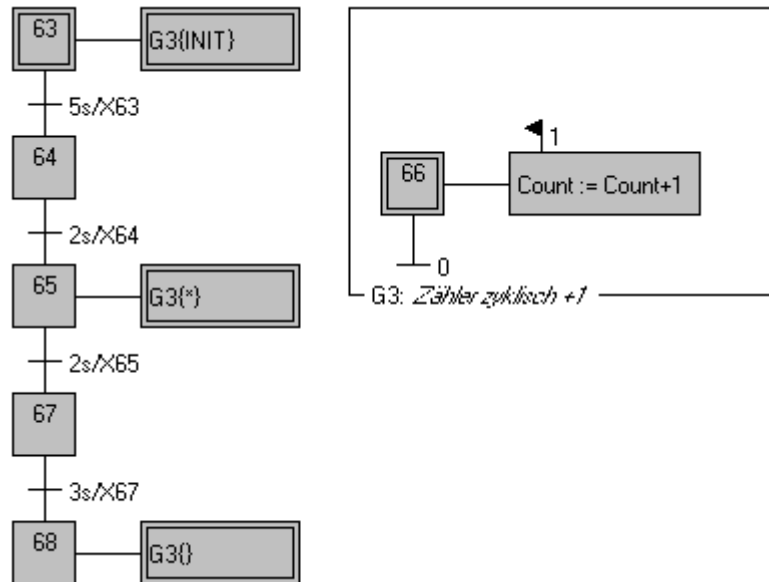
5.6 Eingeschlossener Teil-GRAFCET als Makro



Der GRAFCET-Plan zeigt die Verwendung eines Teil-GRAFCETs M2 als Makro (Teil-GRAFCET mit Makrorahmen). Das Beispiel ähnelt Beispiel 5, aber hier hat der Teil-GRAFCET M2 einen Anfangsschritt (E2 = 62) und einen Endschritt (S2 = 86). Die Makroschritte 59 und 61 steuern M2 als Makro. Die Transitionsbedingung nach Schritt 59 ist zwar immer erfüllt (1), der Ausgang des Makroschritts 59 wird aber erst freigegeben, wenn im Makro der Endschritt S2 (86) aktiv ist. Dadurch wird nicht sofort Schritt 58 aktiviert (nicht-transienter Ablauf), sondern erst nach Ablauf von M2.

Ähnlich bei Makroschritt 61: Hier wird die Transition $10s/X61$ ausgelöst, wenn der Teil-GRAFCET G2 den Endschritt S2 (86) erreicht hat und 10 Sekunden nach Aktivierung von Schritt 61 vergangen sind.

5.7 Zwangsgesteuerter Teil-GRAFCET



Der GRAFCET-Plan zeigt die Verwendung einer Zwangssteuerung (zwangssteuernde Aktionen) eines Teil-GRAFCETs. Der Teil-GRAFCET $G3$ inkrementiert die Variable *Count* (und zwar jedesmal in der Zykluszeit von WinErs solange der Schritt 66 aktiv ist). $G3$ wird durch die nie erfüllte Transitionsbedingung 0 niemals selbsttätig inaktiv.

Die Zwangssteuerung von $G3$ beginnt mit dem Anfangsschritt 63 und der zugehörigen zwangssteuernden Aktion $G\{INIT\}$: $G3$ wird solange auf die Anfangssituation (Anfangsschritt 66 aktiv) fixiert, wie der Anfangsschritt 63 aktiv ist (5 Sekunden wegen $5s/X63$). Danach wird $G3$ losgelassen und läuft 2 Sekunden (*Count* zählt hoch), anschließend wird $G3$ durch Schritt 65 und die Aktion $G\{*\}$ eingefroren (für 2 Sekunden, *Count* zählt nicht weiter hoch). Danach läuft der Teil-GRAFCET $G3$ weiter (*Count* zählt wieder hoch), bis durch Schritt 68 und die zwangssteuernde Aktion $G\}$ in die leere Situation versetzt wird (keine Schritte aktiv).

Der Zähler *Count* wird bei der Initialisierung des GRAFCETs auf 0 gesetzt und wird immer dann erhöht, wenn der Teil-GRAFCET $G3$ "frei läuft", d.h. die Schritte 64 und 67 aktiv sind.

6 Arbeiten mit dem GRAFCET – Praktikum am Beispiel „Lauflicht“

6.1 Mitgeliefertes Beispiel bei der Demo-Version

Wenn Sie bei der Installation keinen richtigen Lizenz-Code eingeben, wird die Demo-Version installiert. Mit der Demo können Sie keine eigenen GRAFCET-Seiten erstellen.

In der Demo haben Sie mithilfe des zusätzlichen Arbeitsblatts „Demo: Lauflicht mit GRAFCET-Seite“ die Möglichkeit, den Ablauf des GRAFCET-Plans für dieses Arbeitsblatt zu verfolgen.

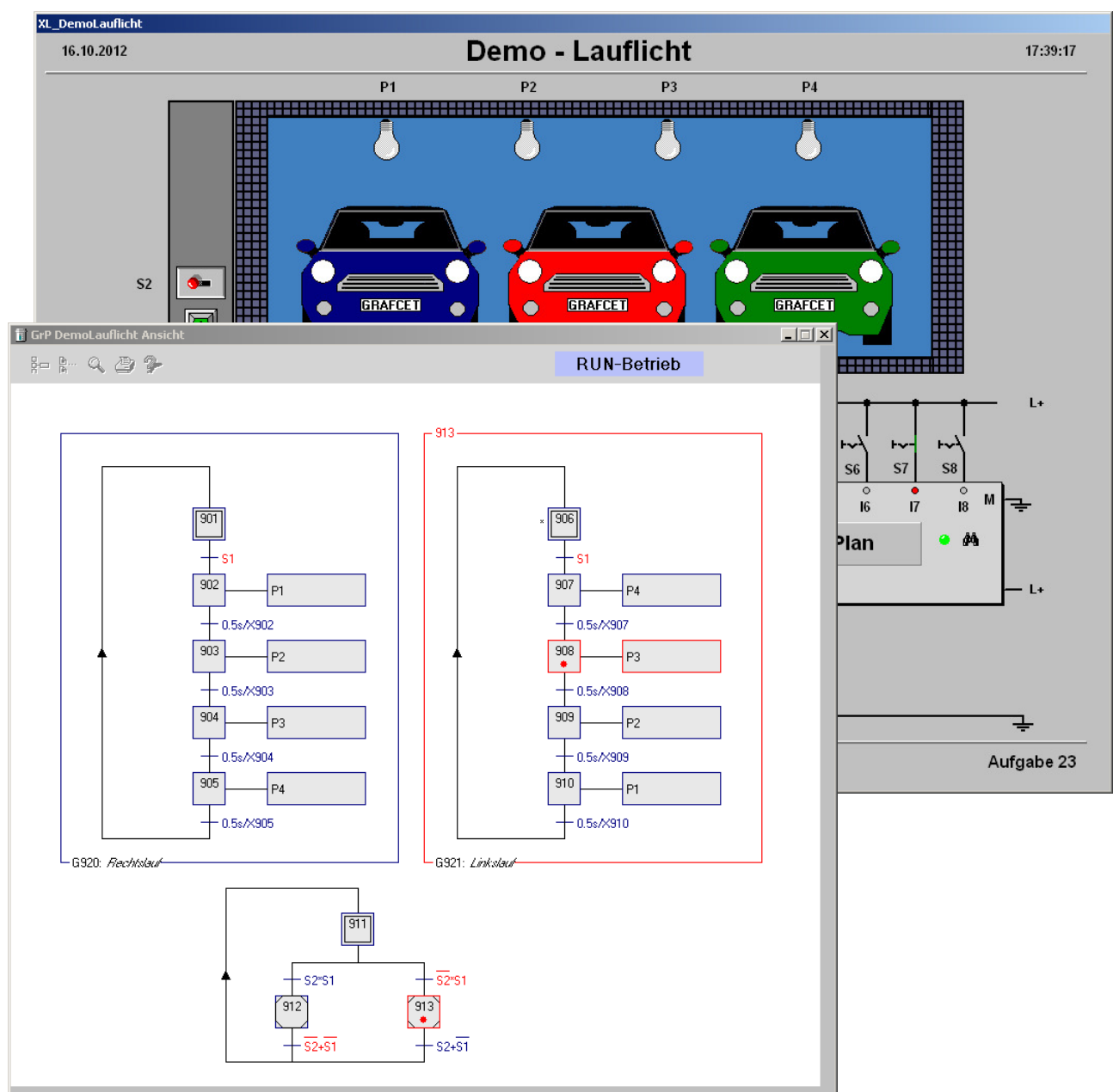
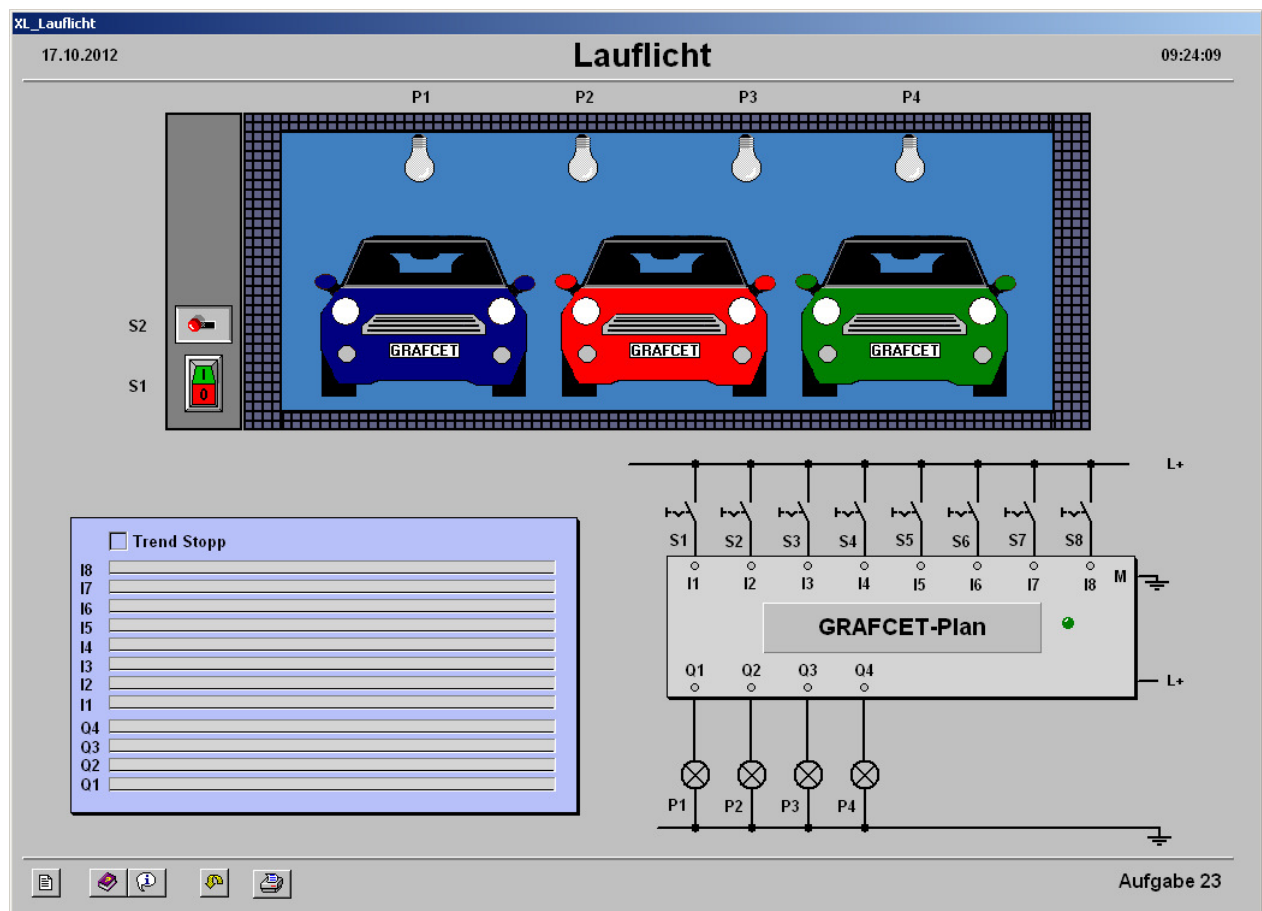


Abb.7 mitgeliefertes Beispiel eines GRAFCET-Plans

Haben Sie einen richtigen Lizenzcode eingegeben, ist dieses Arbeitsblatt nicht vorhanden. Sie können aber eigene GRAFCET-Pläne erstellen, wie im Folgenden anhand von kleinen Beispielen für das Arbeitsblatt „Lauflicht“ dargestellt wird.

6.2 Einführendes Beispiel mit ausführlicher Beschreibung, Aufgabe Lichterkette

Wählen Sie die Seite „Lauflicht“.



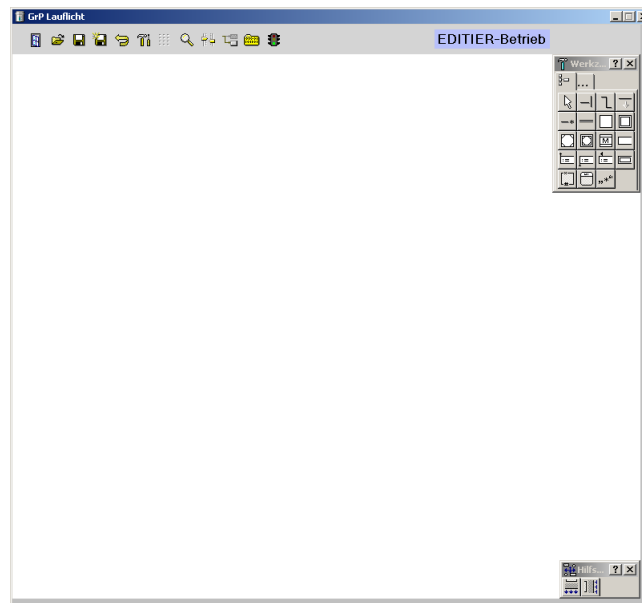
Falls eine GRAFCET-Struktur in dem GRAFCET-Editor vorhanden ist, löschen Sie diese.

Bearbeiten Sie folgende Aufgabenstellung.

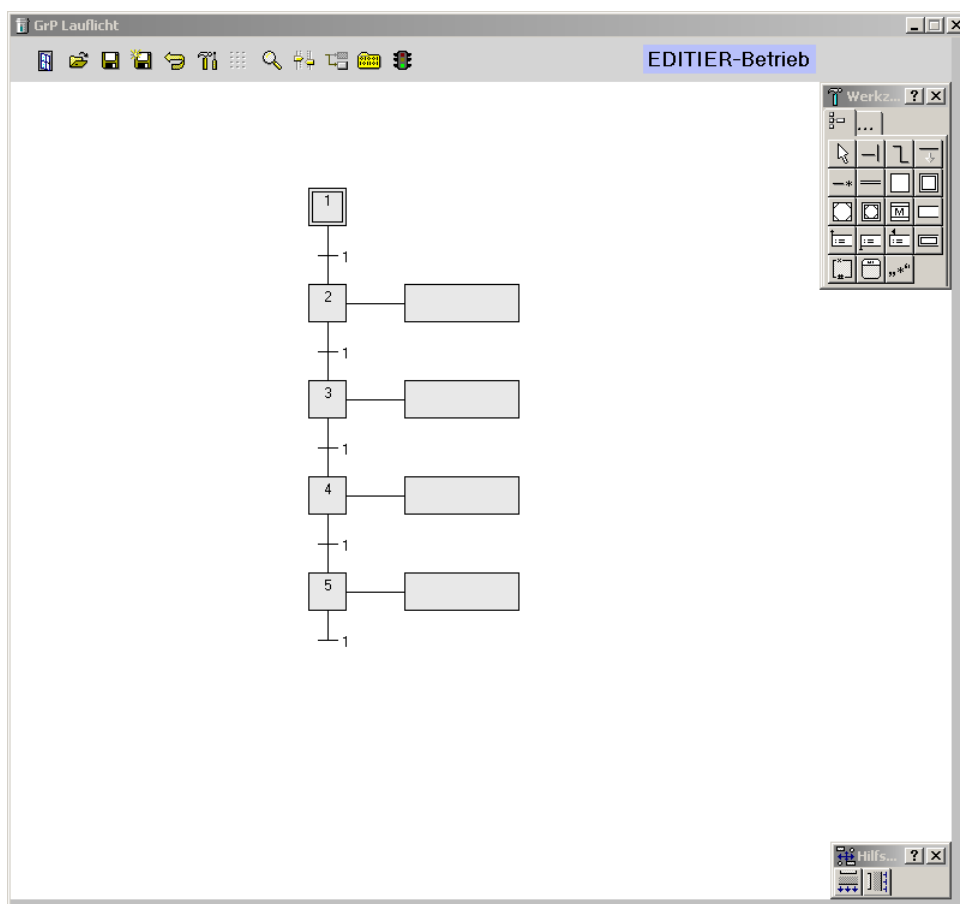
Aufgabe 6.2.1: Erstellen Sie einen GRAFCET-Plan, der nacheinander jeweils die Lampen *P1*, *P2*, *P3*, *P4* an- und nach 2 Sekunden wieder ausschaltet. Gestartet wird der Ablauf durch Drücken des Schalters *S1*.

Lösung mit ausführlicher Beschreibung

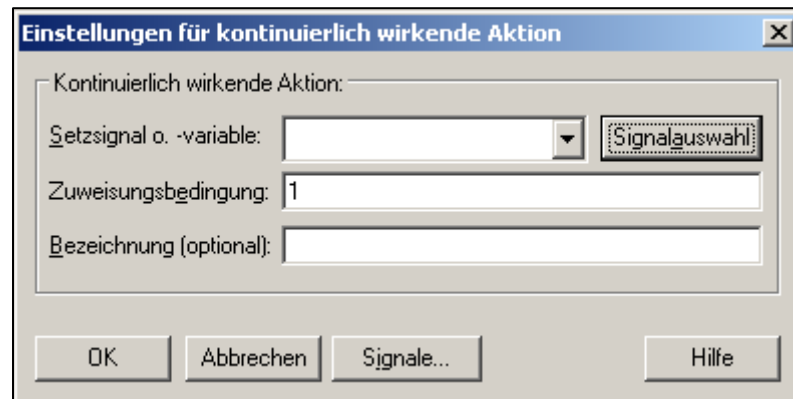
Wenn Ihr GRAFCET-Editor leer ist, haben Sie z.B. folgendes Bild.



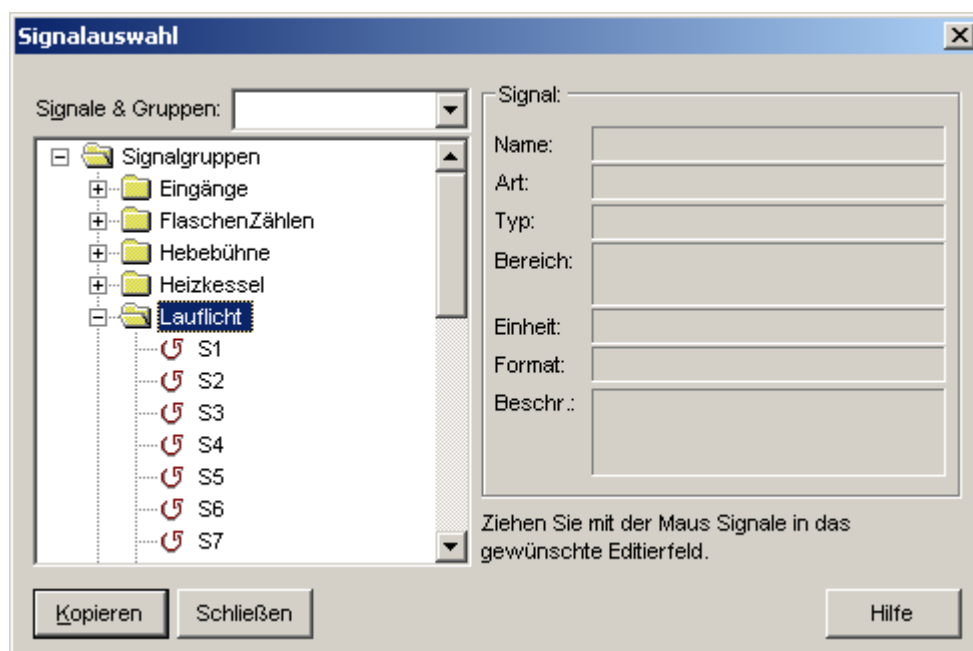
Erstellen Sie folgenden Plan durch Wahl der entsprechenden Elemente aus der Werkzeugbox (Anfangsschritt, Schritte, kontinuierlich wirkende Aktionen, Transitionen).



Um bei den kontinuierlich wirkenden Aktionen einzustellen, welche Lampen geschaltet werden sollen, müssen Sie die Blöcke für die kontinuierlich wirkenden Aktionen doppelklicken und die entsprechenden Signalnamen *P1*, *P2*, *P3* und *P4* eintragen. Nach dem Doppelklick auf die kontinuierlich wirkende Aktion erscheint folgender Dialog.

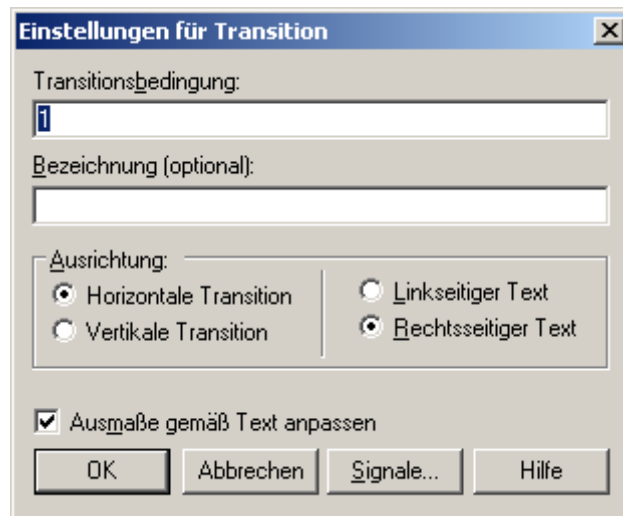


Hier können Sie bei *Setzsignal o. -variable* direkt die Namen *P1*, *P2*, *P3*, *P4* eingeben oder Sie erhalten durch Drücken von *Signalauswahl* den Dialog zur Auswahl der Signale (Klicken Sie auf das Pluszeichen vor der Gruppe Ampelschaltung).

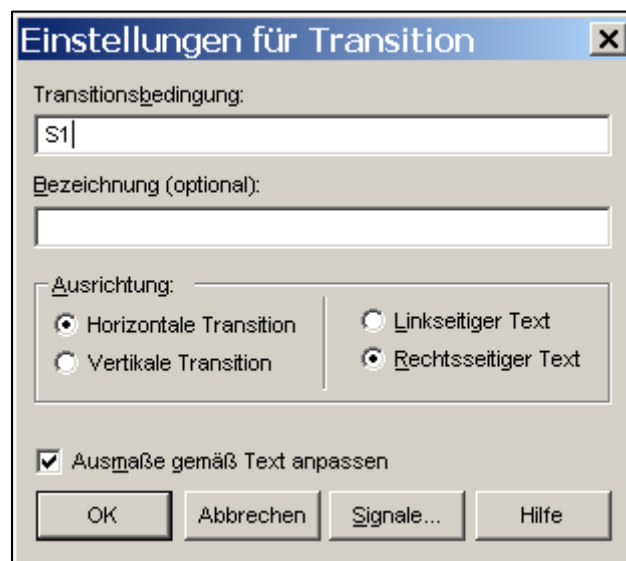


Durch Doppelklick auf *P1* oder Auswahl von *P1* und Drücken von OK wird das Signal *P1* in die kontinuierlich wirkende Aktion eingetragen. Fahren Sie entsprechend mit den weiteren beiden kontinuierlich wirkenden Aktionen fort und wählen *P2*, *P3* und *P4*.

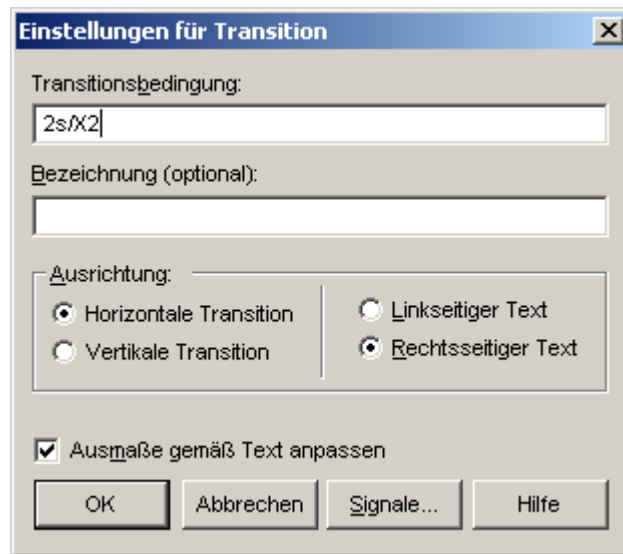
Um die Transitionen einzustellen, müssen Sie auf die Transitionen Doppelklicken. Es erscheint folgender Dialog.



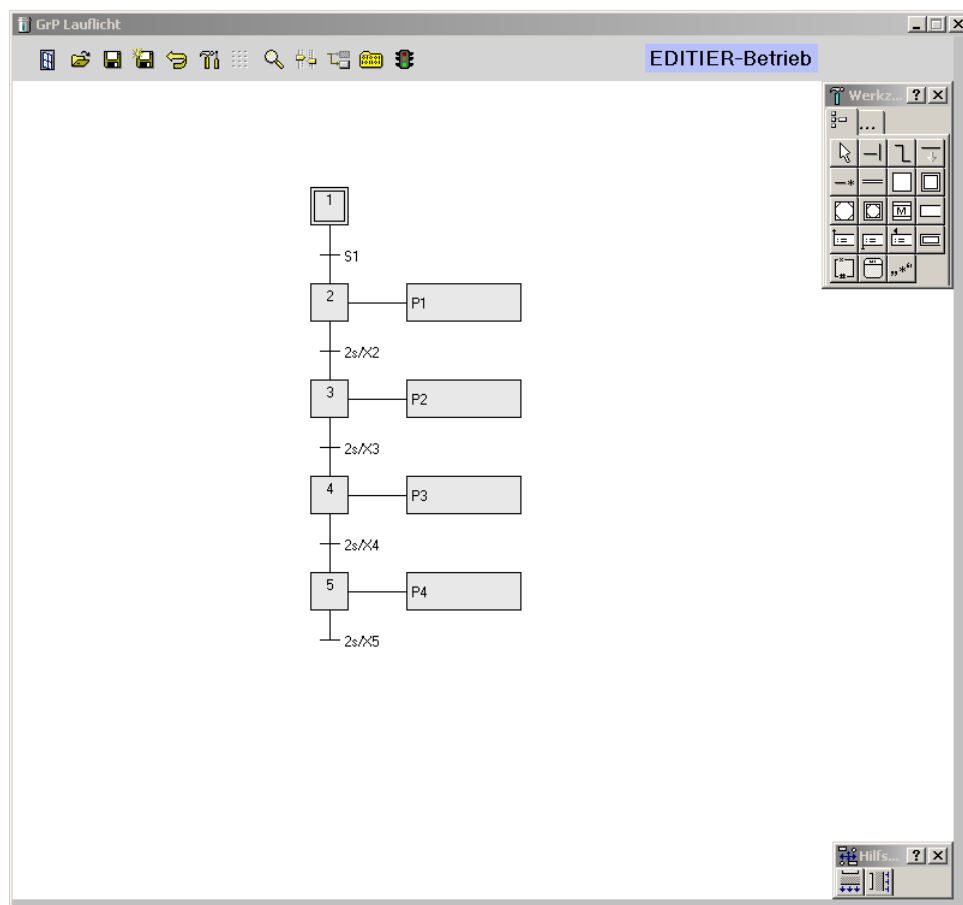
Da die Lampen erst angehen sollen, wenn der Schalter *S1* gesetzt wird, tragen Sie bei *Transitionsbedingung* für die Transition nach dem Anfangsschritt 1 die Bezeichnung *S1* ein.



Da die Lampen jeweils 5 Sekunden leuchten sollen, muss die Transitionsbedingung *5s/X2* nach dem Schritt 2 eingegeben werden (Abb. 15). *5s/X2* bedeutet, dass die Transitionsbedingung erfüllt ist (weterschaltet), wenn der Schritt 2 genau 5 Sekunden aktiv war. Entsprechend können Sie die Transitionen nach den Schritten 3 und 4 einstellen.

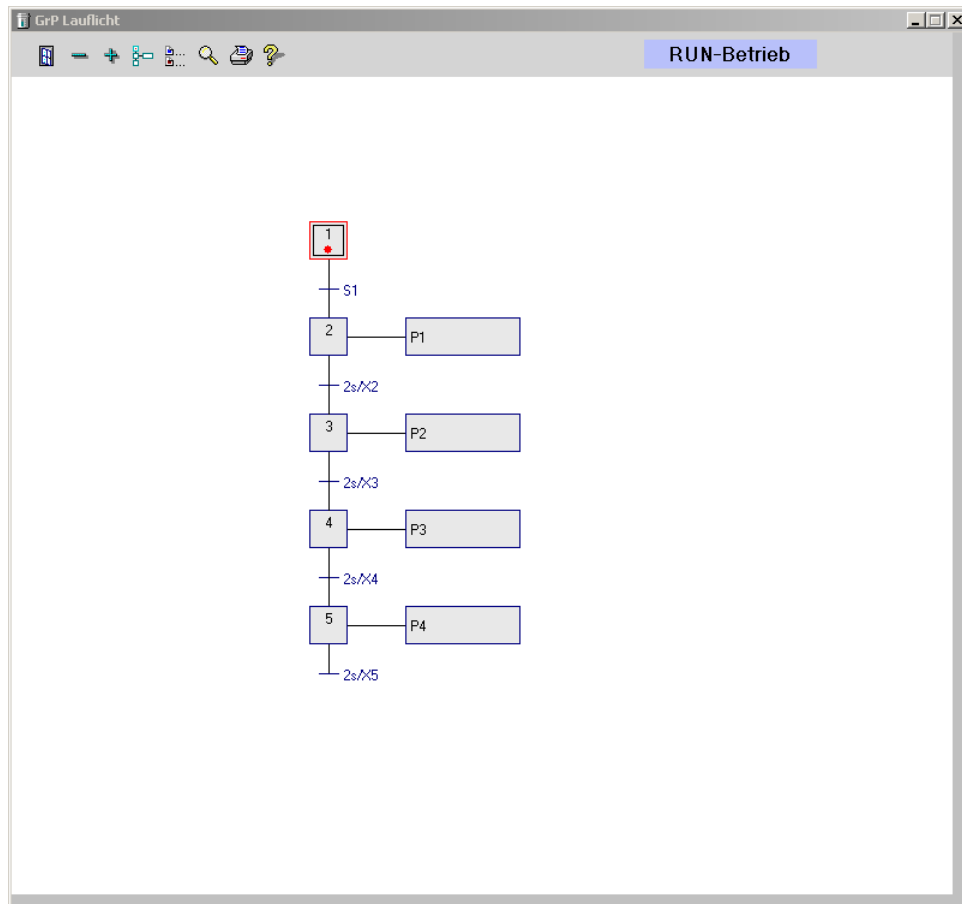


Damit erhalten Sie folgenden erstellten GRAFCET-Plan für die Lichterkette.





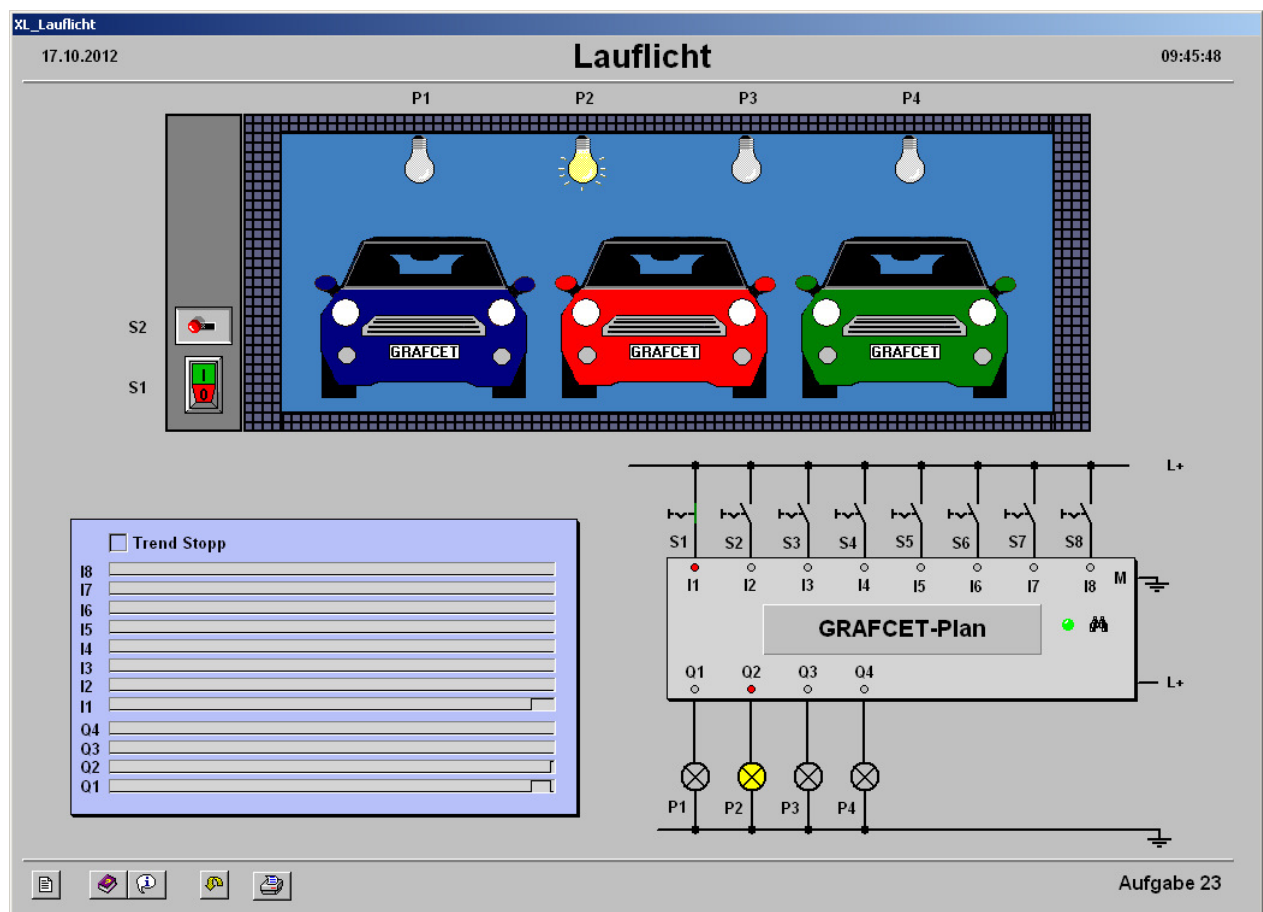
Durch Klicken auf die Ampel wird die GRAFCET-Seite überprüft und, falls keine Fehler festgestellt wurden, wird die Seite ausgeführt (GRAFCET-Ansicht).



Wenn Sie jetzt in der LOGO den Schalter *S1* (binärer Eingang 1) drücken, wird der Schritt 2 aktiv. Durch die *kontinuierlich wirkende Aktion* von Schritt 2 wird das Signal *P1* gesetzt und damit geht die Lampe *P1* an.

Die zweite Transition *2s/X2* ist erfüllt, wenn der Schritt 2 genau 2 Sekunden lang aktiv war. Dann wird der Schritt 3 gesetzt und damit die Lampe *P2* angeschaltet. Die Lampe *P1* geht aus, da Sie über die *kontinuierlich wirkende Aktion* mit dem Schritt 2 verknüpft ist.

Der Ablauf wird entsprechend fortgesetzt. Wenn Schritt 5 für 2 Sekunden aktiv war, ist die Endtransition erfüllt. Dadurch wird Schritt 5 zurückgesetzt und die Lampe *P4* ausgeschaltet.



Damit der Ablauf wieder gestartet wird, muss über *Grafcet initialisieren* wieder der Anfangsschritt gesetzt werden.



Durch Drücken dieses Buttons in der GRAFCET-Ansicht von Abbildung 18 erscheint der Initialisierungs-Dialog, in dem Sie den Anfangsschritt wieder setzen können.

Grafcet initialisieren

Grafcet-Initialisierung:

☐ Leere Situation (Zustände rücksetzen)

☒ Anfangssituation (Anfangsschritte setzen)

☐ Ausgewählte Schritte setzen:

Schrittnummern (z.B. 8 oder 1,3,5):

OK Abbrechen Hilfe

Die Aufgabenstellung soll so erweitert werden, dass die Lichterkette endlos durchläuft, bis der Schalter *S1* wieder ausgeschaltet wird.

Aufgabe 5.2.2: Lassen Sie die Lichterkette solange laufen, bis der Schalter *S1* wieder ausgeschaltet wird. Die Lichterkette soll bis zum Ende durchlaufen, wenn *S1* ausgeschaltet wurde.

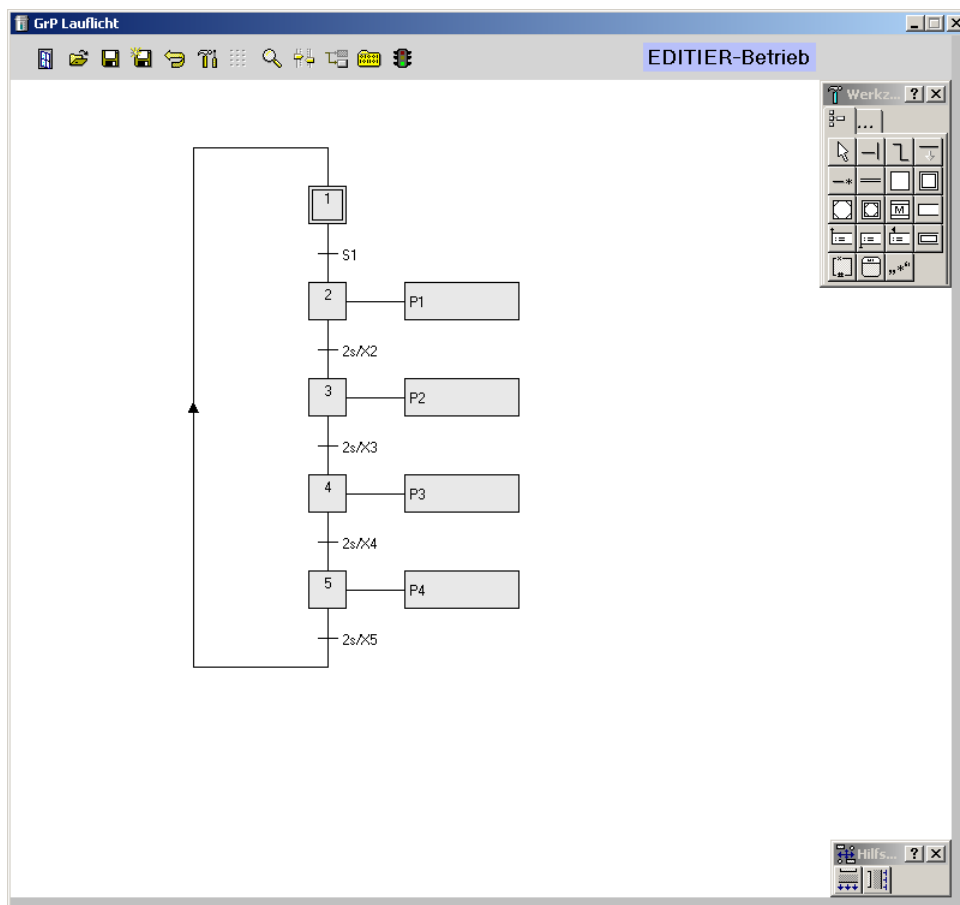
Um diese Aufgabe zu lösen, müssen Sie den GRAFCET-Plan erweitern. Schließen Sie die GRAFCET-Ansicht



Schließen Sie die GRAFCET-Ansicht durch Drücken des Buttons *aktives Sub-Fenster* schließen.

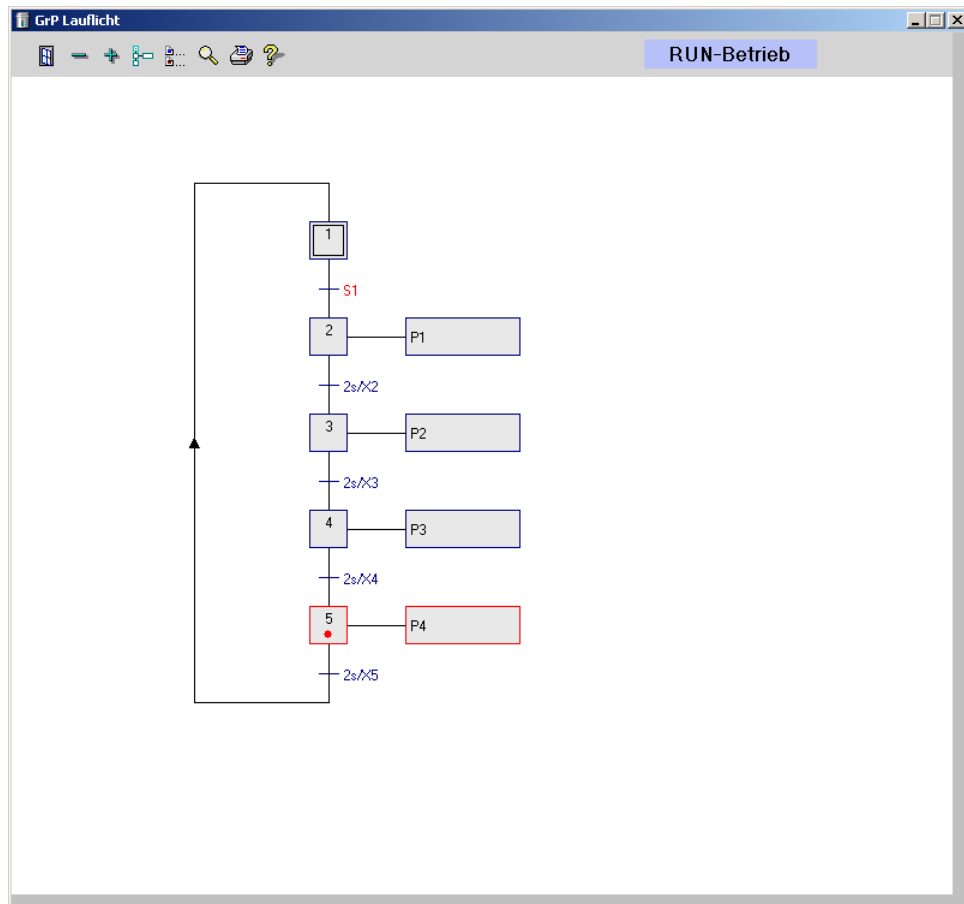
Sie gehen damit in den GRAFCET-Editor zurück und können hier den GRAFCET-Plan erweitern bzw. verändern.

Erweitern Sie den Plan folgendermaßen.



#

Wenn Sie diesen GRAFCET-Plan durch die Ampel *aktivieren*, werden die Lampen *P1*, *P2*, *P3* und *P4* solange für 2 Sekunden an- und wieder ausgeschaltet, bis Sie den Schalter *S1* ausschalten.



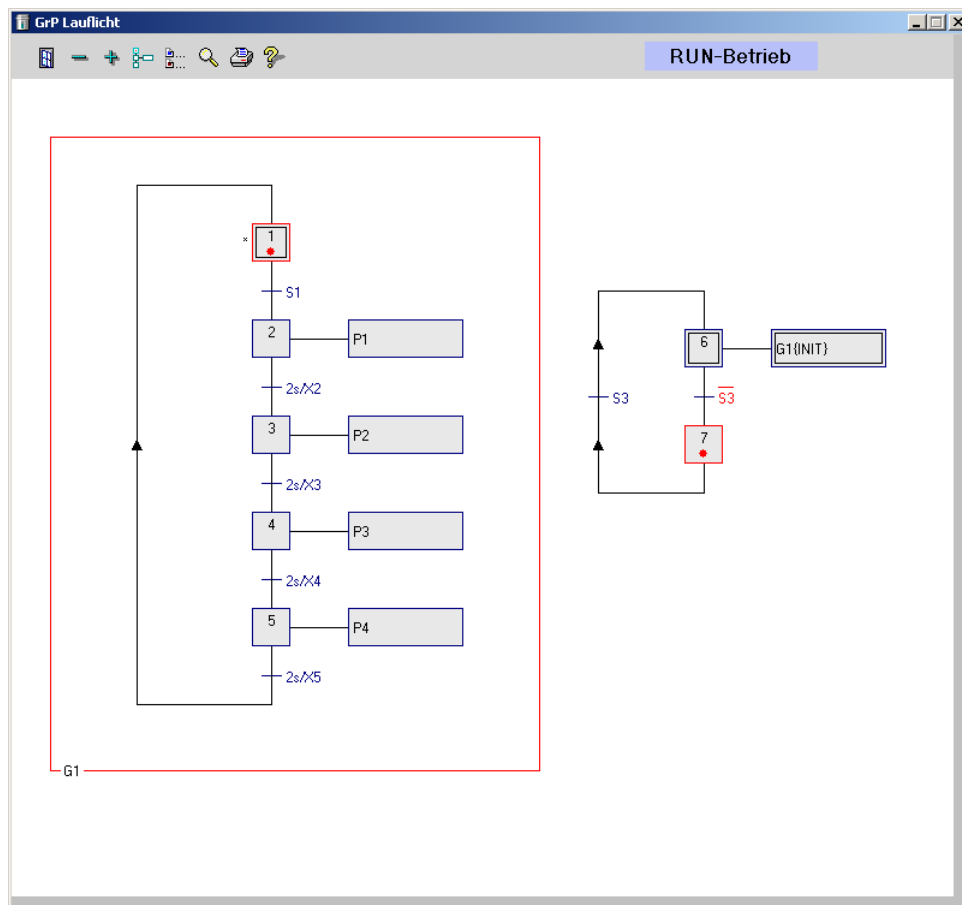
6.3 Aufgabe Notaus-Lichterkette

Aufgabe 5.3.1: Erweitern Sie die Lichterkette aus Aufgabe 6.2.2 so, dass durch Drücken des Schalters *S3* (*Stop*) alle Lampen ausgehen und die Schrittkette in den Anfangsschritt zurückgeht. (Tipp: Teil-GRAFCET und Zwangssteuerung nutzen)

Lösung

Definieren Sie Ihre Lichterkette als Teil-GRAFCET. Den Teil-GRAFCET können Sie dann durch einen *Zwangssteuernden Befehl* in den Anfangsschritt zwingen.

Die Lösung mit einem GRAFCET-Plan könnte z.B. folgendermaßen aussehen:



Wenn *S3* (Stopp) nicht gedrückt ist, d.h. das Signal *S3* hat den Zustand 0, wird der Anfangsschritt 6 sofort verlassen und der GRAFCET geht in den Schritt 7. Die Zwangssteuerung von Schritt 6 wird frei gegeben. Ist Schritt 7 aktiv und *S1* wird gedrückt, so fängt das Lauflicht an zu laufen. Wird *S3* gedrückt, geht die Steuerung in den Schritt 6. Durch den *Zwangssteuernden Befehl* wird der Teil-GRAFCET *G1* in seinen Anfangsschritt 1 gezwungen. Wird der Stopp-Schalter *S3* wieder ausgeschaltet, wird der Schritt 7 wieder aktiv. Der Teil-GRAFCET wird freigegeben und falls *S1* gedrückt wird, fängt die Lichterkette wieder an zu laufen.

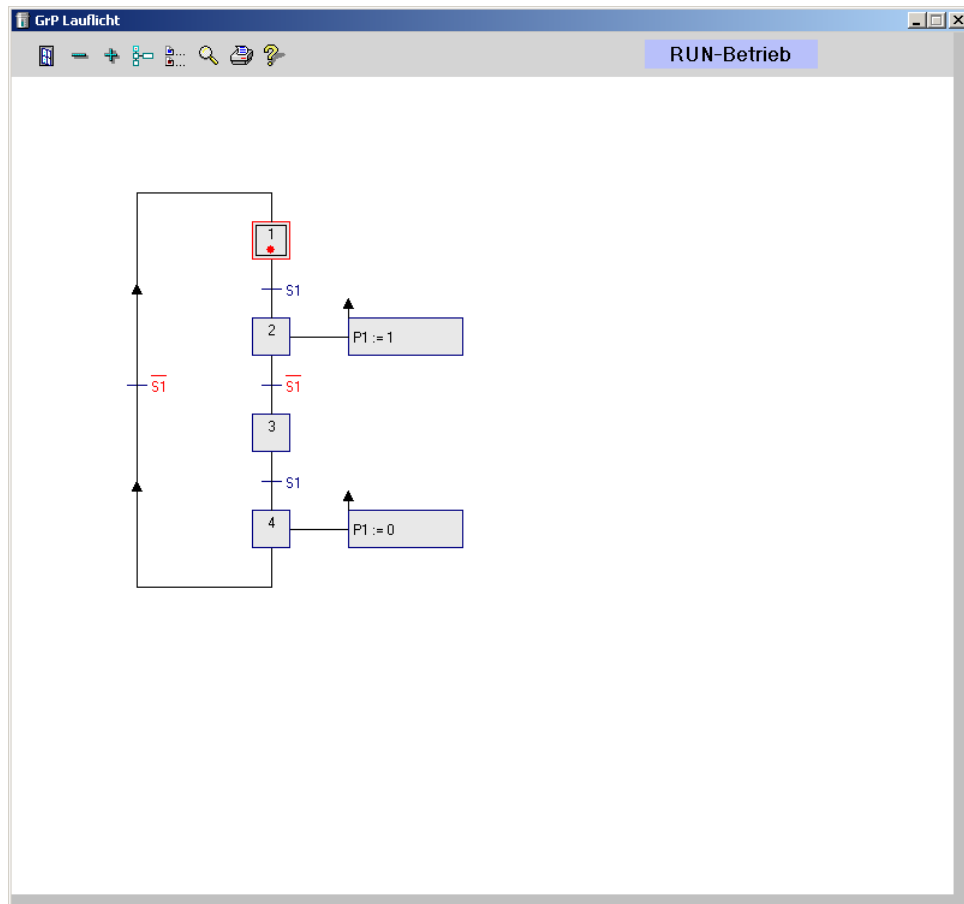
6.4 Aufgaben mit Taster / Schalter

Benutzen Sie den binären Eingang 1 der LOGO als Taster.

Aufgabe 6.4.1: Versuchen Sie, die Lampe *P1* mithilfe des Tasters *S1* einzuschalten und durch nochmaliges Drücken des Tasters die Lampe wieder auszuschalten.

Lösung

Die Lösung mit einem GRAFCET-Plan könnte z.B. folgendermaßen aussehen:

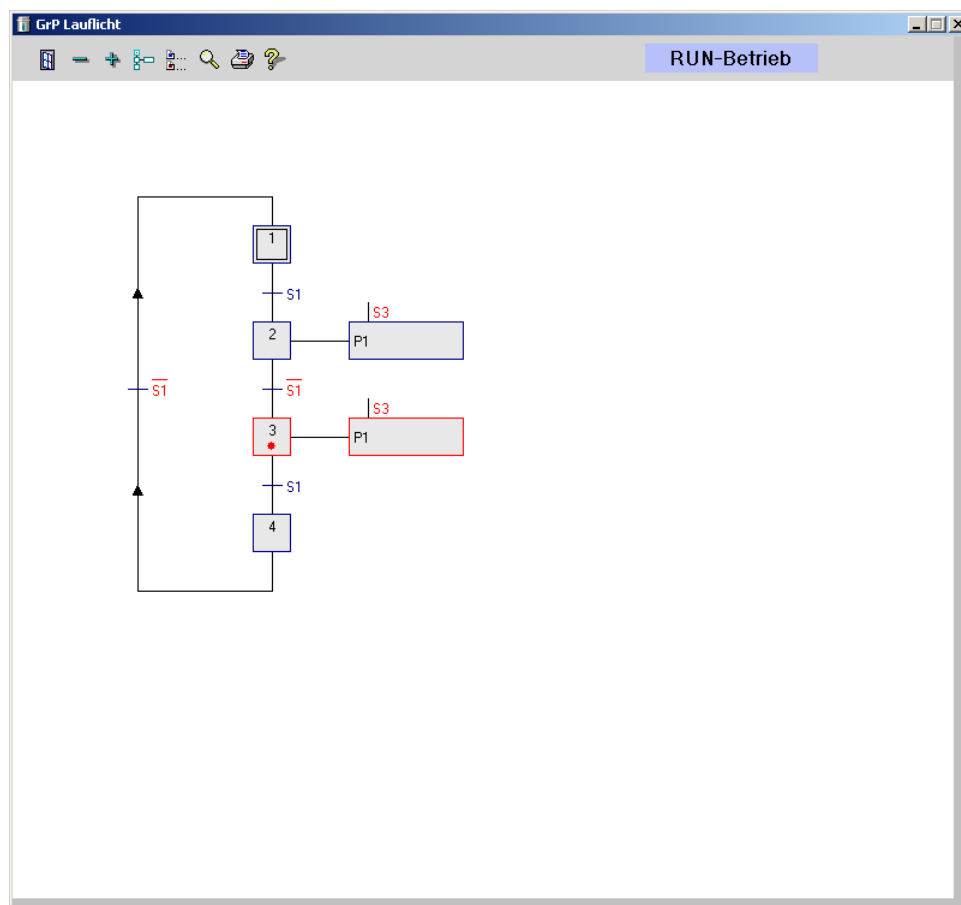


Nachdem Initialisieren befindet sich der GRAFCET-Plan im Schritt 1 und wartet auf die Transition *S1*. Wenn *S1* gedrückt wird, wird Schritt 2 gesetzt und über die *gespeichert wirkende Aktion bei Aktivierung* wird die Lampe *P1* eingeschaltet. Erst wenn der Taster wieder losgelassen wird, also Transition *!S1* (*nicht S1*) erfüllt ist, geht der GRAFCET in den Schritt 3. Die Lampe bleibt an, da sie im Schritt 2 gespeichert gesetzt wurde. Durch nochmaliges Drücken von *S1* geht die Steuerung in den Schritt 4, indem mit der *gespeichert wirkenden Aktion bei Aktivierung* das Signal *P1* auf 0 gesetzt wird und damit die Lampe *P1* wieder ausgeschaltet wird.

Aufgabe 5.4.2: Erweitern Sie die Schaltung so, dass die Lampe nur angeht, wenn das Signal *S3* (*Stopp*) nicht gesetzt ist, also den Wert 0 hat.

Lösung

Eine Möglichkeit wäre, die *gespeichert wirkende Aktion* von Schritt 2 durch eine *kontinuierlich wirkende Aktion mit Zuweisung* zu ersetzen. Als Zuweisungsbedingung muss das Signal *S3* gewählt werden. Damit die Lampe *P1* im Schritt 3 nicht wieder ausgeschaltet wird, muss die kontinuierlich wirkende Aktion mit Zuweisung auch mit dem Schritt 3 verbunden werden.



7 Laden und Speichern von Beispiellösungen für GRAFCET-Pläne

Auf der CD werden beispielhafte GRAFCET-Pläne als Lösungen für die einzelnen Aufgaben in dem Unterverzeichnis „GrafcetLösungen“ mitgeliefert.

Über den GRAFCET-Editor können Sie auf gespeicherte GRAFCET-Strukturen zugreifen und diese in Ihre GRAFCET-Seite laden.

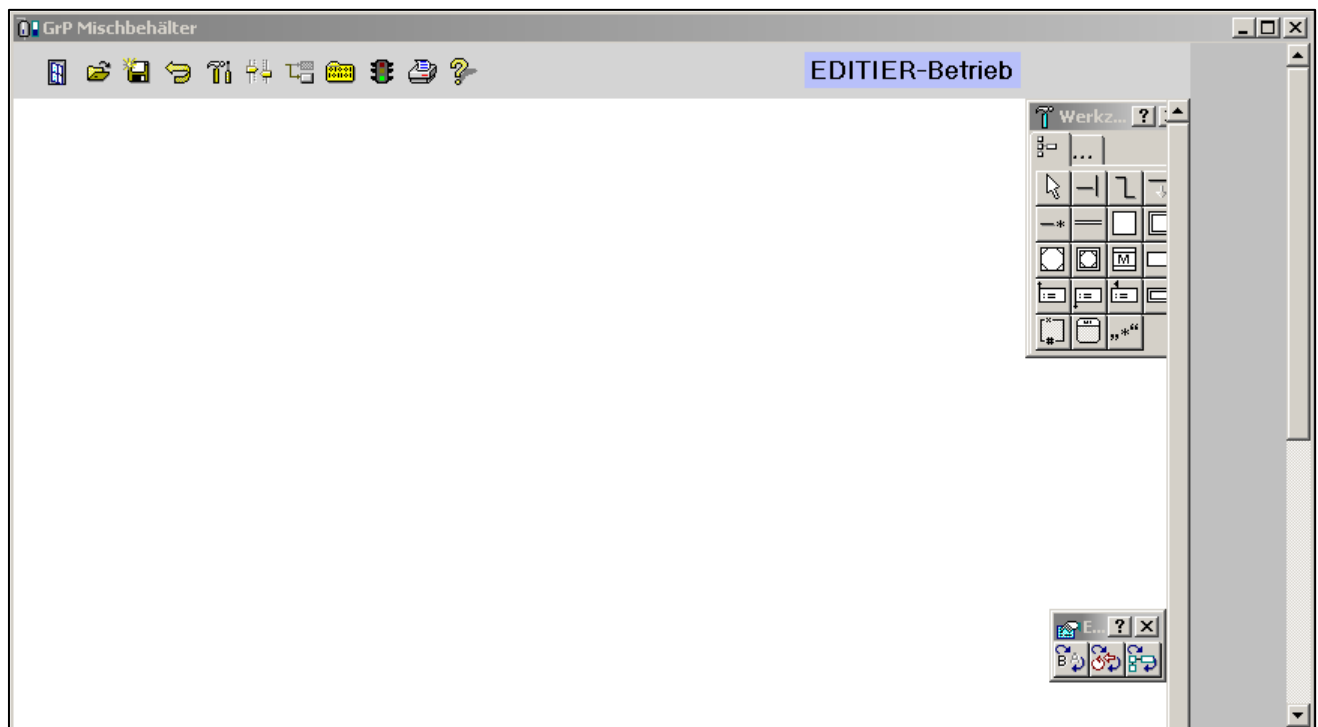


Abb.8 GRAFCET-Plan für den Mischbehälter



Drücken Sie im GRAFCET-Editor auf den Button „Öffnen: Fügt eine mit dem Fensterinhalt kompatible Datei ein“.

Es erscheint ein Dialog, in dem Sie das Verzeichnis auswählen können, in dem sich die gewünschte GRAFCET-Struktur befindet. Wählen Sie auf Ihrer CD im Unterverzeichnis „Handbuch-Aufgaben-Lösungen GC2“ das Unterverzeichnis „GrafcetLösungen“.

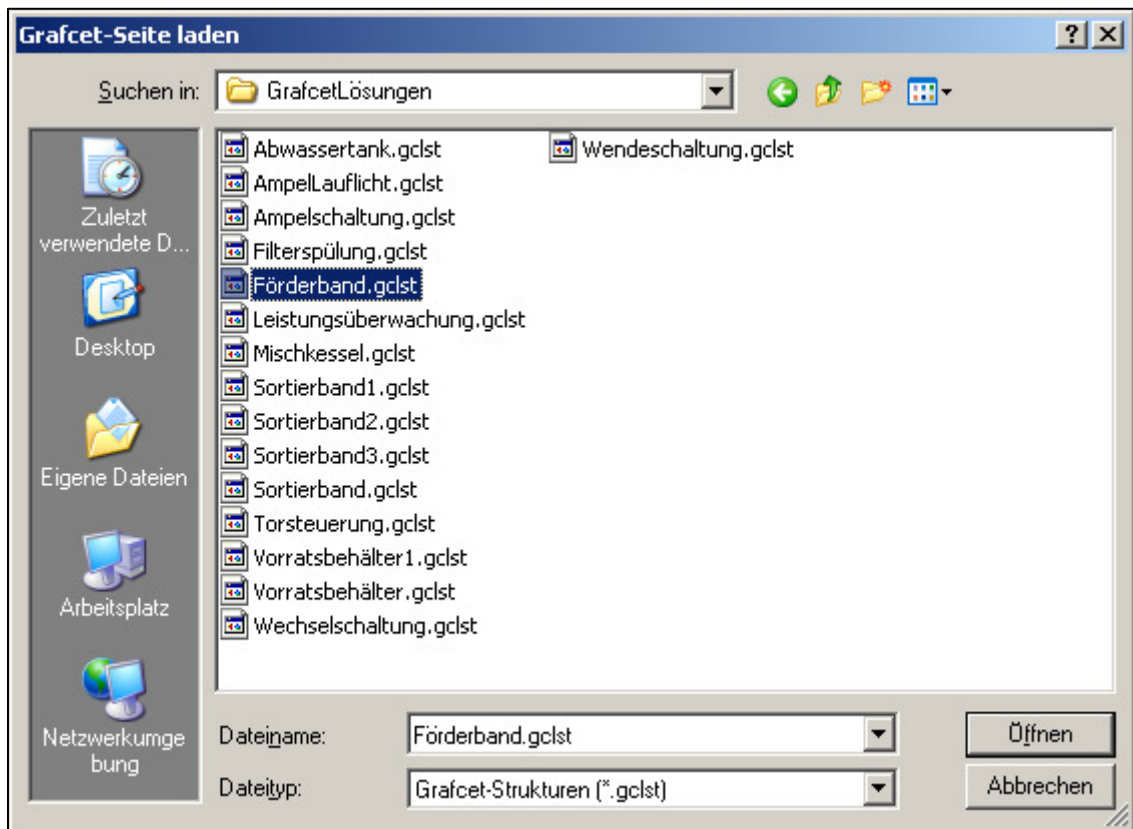


Abb.9 Auswahl-Dialog für gespeicherte GRAFCET-Pläne

In dem Verzeichnis können Sie für die Aufgabenstellung die Struktur wählen. Nach dem Drücken von „Öffnen“ verschwindet der Dialog und der Cursorzeiger der Maus verändert sich. Gehen Sie mit der Maus an die gewünschte Position, an der Sie die GRAFCET-Struktur einfügen wollen und Drücken Sie die linke Maustaste. Die komplette Struktur wird eingefügt.



Sie können im GRAFCET-Editor auch selbst erstellte oder veränderte GRAFCET-Strukturen speichern. Hierfür müssen Sie auf den Button „Speichern als ...“ drücken und den Ort und einen Namen für die Struktur vorgeben.

8 Tastaturbelegung für Grafcet - Terme

Folgende Tasten sind für die Grafcet-Terme belegt:

- + Oder-Verknüpfung
- * Und-Verknüpfung
- ! Nicht-Operation
- ^ Steigende Flanke
- \^ Fallende Flanke
- [a comp b] Aussage, z.B. [c >= 5]
- 0 Falsch, False
- 1 Wahr, True

Aussagen müssen explizit in eckige Klammern gesetzt werden.

Beispiel: [Füllstand > 70] * !VentilA,

Der Term ist 1 (True), wenn das analoge Signal *Füllstand* einen Wert größer als 70 hat und das binäre Signal *VentilA* den Wert 0 hat

**Für Hinweise auf Fehler, Ungenauigkeiten,
Erweiterungsmöglichkeiten und wären wir dankbar!**

Bitte E-Mail an: info@schoop.de

Wünschen Sie Informationen über
weitere Praktika oder über das
Prozessleit- und Simulationssystem WinErs
wenden Sie sich bitte an:

Ingenieurbüro Dr.-Ing. Schoop GmbH
Riechelmannweg 4
D-21109 Hamburg
Tel.: 040 / 754 922 30
www.schoop.de
Email: info@schoop.de