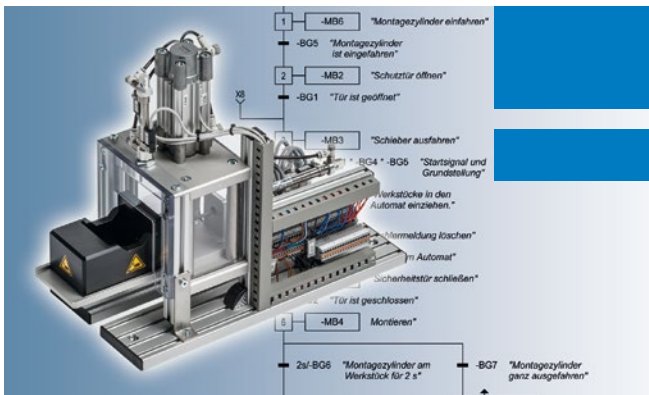


Crashkurs GRAFCET

Eine Einführung in die Grundstrukturen
von GRAFCET



inkl. GRAFCET Editor SFCEDIT

Inhaltsverzeichnis

Vorwort	1
Was ist GRAFCET?	3
GRAFCET in der Normengeschichte	4
Warum GRAFCET?	5
Die Grundlagen von GRAFCET	6
Erstes Beispiel: Entnahme aus einem Fallmagazin	7
Struktur des GRAFCET	8
Wirkungsteil des GRAFCET	10
Die Transitionsbedingung	11
Die Aktionen	12
Andere Darstellungsmöglichkeit der gleichen Struktur	14
Andere Darstellungsart des Wirkungsteils	16
Beschreibende Darstellung von Transition und Aktion	17
Zusammenfassung: die GRAFCET-Schrittfolge	17
Zweites Beispiel: der Montageautomat	18
Klärung der grundlegenden Funktion: die Struktur des GRAFCET	19
Prüfung der einzelnen Schritte	20
Transitionen beschreiben	21
Andere Darstellungen der Struktur	22
Die Struktur mit beschreibenden Transitionen/Aktionen	22
Der Rücksprung als Wirklinie	23
Der Wirkungsteil des GRAFCET	24
Andere Darstellungsmöglichkeiten des GRAFCET	26
Speichernde statt nicht-speichernde Aktionen	27
Schritte „sparen“	28
Das Ventil als Aktor	29
Nicht-speichernde statt speichernder Aktion	30
Der Antrieb als Aktor	31
Beschreibende Darstellung von Transition und Aktion	32
Grafische Darstellung der Transition	33
Zusammenfassung: unterschiedliche Darstellungsweisen mit GRAFCET	33
Übungsbeispiel 1: die Paket-Hebeanlage	34
Die Ablaufauswahl (Alternative)	35
Beispiel: Montageautomat mit Überwachung des Fügeprozesses	36
Regeln der Ablaufauswahl (alternativen Schrittfolge)	39
Die Ablaufauswahl	39

Inhaltsverzeichnis

Übungsbeispiel 2: Paket-Hebeanlage mit Verzweigung	39
Parallele Ablaufketten	40
Regeln der parallelen Ablaufketten	41
Parallele Schrittketten	41
Beispiel: Rundschartisch zur Bearbeitung von Bremsbelägen	41
Ablauf 1: Werkstück ein/auslegen	42
Ablauf 2/3: Niete befestigen	43
Darstellung mit parallelen Ablaufketten	43
Makroschritte	45
Beispiel zum Makroschritt	45
Einschließender Schritt	48
Beispiel zum einschließenden Schritt	48
Der Montageautomat mit Not-Halt	48
Zwangssetzen von Schritten	52
Beispiel zum Zwangssetzen	52
Der Montageautomat mit Not-Halt	52
Übungsbeispiel 3: die Paket-Hebeanlage mit Not-Halt	57
Die grafische Darstellung der GRAFCET-Elemente	58
Schritt	58
Wirkungslinie und Transition	59
Aktion	62
Ablaufstrukturen	64
Unterschiede und Entsprechungen zwischen GRAFCET und Ablaufsprache	69
Umsetzung in ein SPS-Programm	70
Ablaufsteuerung programmieren mit GRAPH7	71
Organisationsbaustein 1 (OB1)	71
Funktionsbaustein 1 (FB1) – in GRAPH7 geschrieben	73
Ablaufsteuerung programmieren mit der löschenden Taktkette	74
Die Programmierung der Schrittkette (ohne Aktionen)	74
FC1 – Die Taktkette selbst	75
Die Programmierung der Aktionen	77
Die Programmorganisation	77
Ablaufsteuerung programmieren mit dem Sprungverteiler	78
Ablaufsteuerung programmieren mit der Sprungleiste	80
GRAFCET für Schnellleser	83

Inhaltsverzeichnis

Gegenüberstellung Ablaufsprache und GRAFCET	85
Die Nachttischlampensteuerung.....	85
Der Montageautomat.....	86
GRAFCET	86
Ablaufsprache	87
Die Paket-Hebeanlage mit Auswahl	88
GRAFCET	88
Ablaufsprache	89
Literaturverzeichnis	90
Abbildungsverzeichnis	91
Stichwortverzeichnis	96
Lösungsvorschläge zu den Übungen.....	99
Die Paket-Hebeanlage.....	99
Die Anlage mit pneumatischen Antrieben	99
Die Struktur des Ablaufs mit Kommentaren	99
Die Struktur des Ablaufs textuell	100
Pneumatikplan	100
Der GRAFCET-Plan mit Wirkungsteil.....	101
Namen der Antriebe statt der elektrischen Betriebsmittel benutzen.....	103
Die Paket-Hebeanlage mit elektrischen Antrieben	103
Die Struktur des GRAFCET-Plans	104
Der Stromlaufplan des Leistungsteils.....	104
Der vollständige GRAFCET.....	105
Weitere Darstellungsmöglichkeit	106
Die Paket-Hebeanlage mit Verzweigung.....	107
Pneumatikplan.....	107
Struktur.....	107
Die Paket-Hebeanlage mit Verzweigung pneumatisch angetrieben	108
Die Paket-Hebeanlage mit Verzweigung elektrisch angetrieben	109
Die Paket-Hebeanlage mit Berücksichtigung des Not-Halt.....	110
Die Struktur	111

Inhaltsverzeichnis

Der GRAFCET Editor sfcedit	115
Anleitung: sfcedit installieren.....	116
Anleitung: Das Fallmagazin mit sfcedit planen:	116
Anleitung: Die alternative Auswahl mit sfcedit planen	121
Planen einer parallelen Schrittkette mit sfcedit	124
GRAFCET-Pläne in die Textverarbeitung übernehmen.....	128
Einfache Pläne.....	128
Makros oder eingeschlossene Pläne.....	128
Teil-GRAFCETs	129

Vorwort

Vorwort

Dieses Buch ist während des Unterrichts in der Berufsfachschule Technik am Berufskolleg sowie bei MechatronikerInnen in der Berufsschule entstanden. Es soll also eine Art Lehrbuch sein, mit dem die Grundstrukturen von GRAFCET unterrichtet, gelehrt und gelernt werden können. Zielgruppe sind Lehrerinnen und Lehrer sowie Ausbilderinnen und Ausbilder und schließlich natürlich auch Lernende selbst, sei es im Vollzeitunterricht an Schulen, in der Ausbildung oder im Studium.

Entsprechend dieser Zielsetzung erhebt das kleine Buch nicht den Anspruch, GRAFCET vollständig und erschöpfend zu beschreiben. Es geht um eine sinnvolle und praxisnahe Nutzung von GRAFCET in Unterricht und Ausbildung.

Die zweite Auflage ist eine Erweiterung vor allem in zwei Richtungen: Einmal werden einfachste Pläne dargestellt, die einen unmittelbaren Ersatz für Funktionsdiagramme in der Ausbildung beispielsweise der Industriemechaniker/innen darstellen. Weiterhin wird deutlich mehr auf verschiedene Darstellungsmöglichkeiten des GRAFCET eingegangen. Damit soll der Verwirrung entgegnet werden, die entsteht, wenn ein „fremder“ GRAFCET analysiert wird. Insbesondere in der Ausbildung der ElektronikerInnen wird mancher GRAFCET kompakter dargestellt, als es etwa bei IndustriemechanikerInnen üblich ist.

Die dritte Auflage beinhaltet eine Überarbeitung aller Pläne unter Berücksichtigung der Referenzkennzeichen nach DIN EN 81346-2:2010-05.

Außerdem wurde das „Zwangssetzen“ von Schritten stärker berücksichtigt, weil es gerne in Abschlussprüfungen von Mechatroniker/innen benutzt wird.

Und schließlich wurde auch die Norm selbst aktualisiert und liegt jetzt in der Ausgabe von 2014 vor. Daher entsprechen alle Bezüge nun dieser aktuellen Ausgabe.

Die vorliegende vierte Auflage benutzt für viele Beispiele aktuelle Software, z. B. das TiA-Portal V15 statt des Simatic-Managers oder Codesys für Ablaufsprache. Außerdem wurden die Referenzkennzeichen an die aktuelle DIN EN IEC 81346-2:2020-10 angepasst.

Für Kommentare, Kritik und Anregungen bin ich offen. Sie erreichen mich unter grafcet@bplagemann.de

Bernhard Plagemann
Leverkusen, 2022

Erstes Beispiel: Entnahme aus einem Fallmagazin

Andere Darstellungsmöglichkeit der gleichen Struktur

Die Flexibilität der GRAFCET-Elemente ermöglicht eine Vielzahl unterschiedlicher Darstellungen. Selbst die kleine Aufgabe des Fallmagazins kennt mindestens eine weitere Darstellung der Struktur.

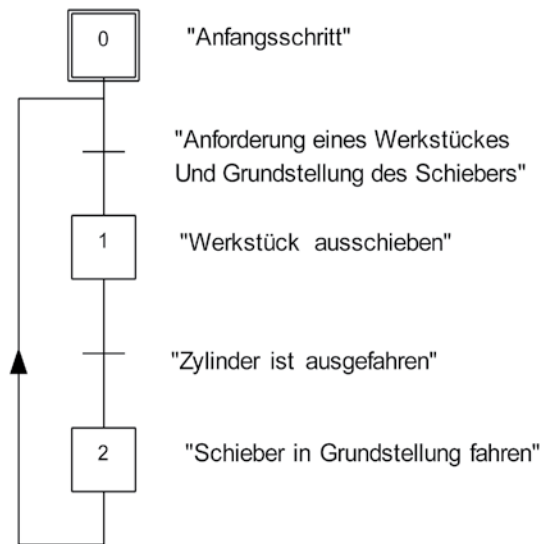


Abbildung 19: Andere Struktur für das Fallmagazin

Diese Darstellung benötigt eine Transition weniger, benötigt aber den Rücksprung hinter Schritt 0 und vor (!) die Transition von Schritt 0 nach Schritt 1.

Der vollständige GRAFCET mit Wirkungsteil würde dann wie folgt aussehen.

Übungsbeispiel 1: die Paket-Hebeanlage

Übungsbeispiel 1: die Paket-Hebeanlage

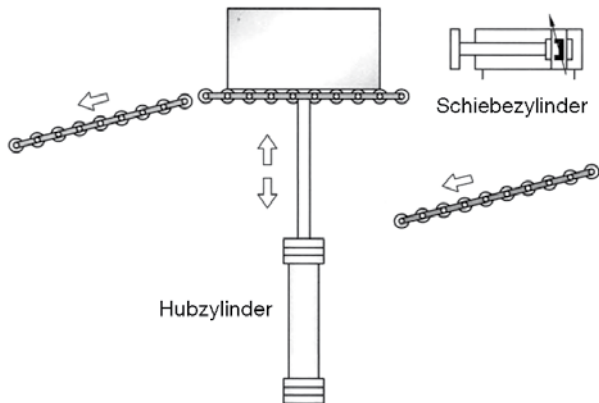


Abbildung 39: Die Paket-Hebeanlage

Die Paket-Hebeanlage ist ein typisches Beispiel für eine Umsetzstation, wie sie in vielen Betrieben zu finden ist. Ein „Paket“ (oder Werkstück) wird angeliefert und durch einen Sensor erkannt. Daraufhin hebt der Hubzylinder das Paket hoch, anschließend schiebt der Schiebezylinder das Paket auf das weiterführende Rollenband. Sobald der Schiebezylinder ausgefahren ist, fährt er wieder ein. Anschließend fährt der Hubzylinder in Grundstellung.

Entwickeln Sie für die Paket-Hebeanlage

- die Struktur des GRAFCET-Plans für die übersichtliche Darstellung der Gesamtfunktion
- den Pneumatikplan (pneumatisch angetriebene Anlage) oder den Stromlaufplan (elektrisch angetriebene Anlage) des Leistungsteils
- den Wirkungsteils des GRAFCET-Plans unter Berücksichtigung aller Sensoren und Aktoren

Einen Lösungsvorschlag finden Sie am Ende des Buchs

Zwangssetzen von Schritten

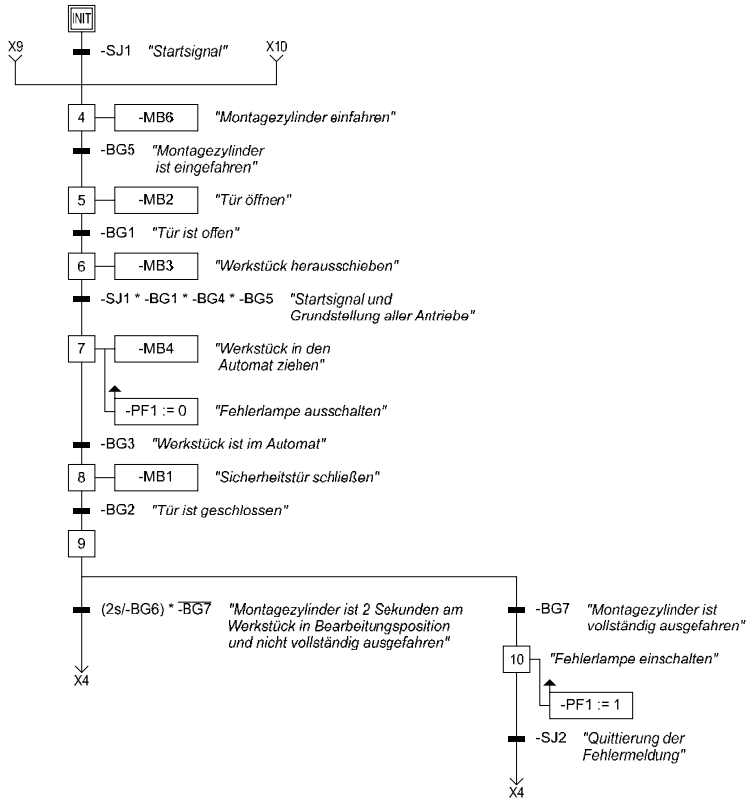


Abbildung 63: Montageautomat: Teil-Grafcet

Umsetzung in ein SPS-Programm

Umsetzung in ein SPS-Programm

GRAFCET ist ein Werkzeug, um einen Ablauf zu planen und zu dokumentieren, nicht um die Implementierung in ein arbeitendes System zu erreichen. Folglich bleibt die Arbeit, aus dem GRAFCET ein SPS-Programm zu entwickeln.

Eine einfache Steuerung wie etwa die Steuerung des Fallmagazins kann mit einer SPS allein durch die Logik programmiert werden, weil keine Signalüberschneidung vorhanden ist.

Sobald eine Steuerung aber etwas umfangreicher wird, sind Signalüberschneidungen nicht mehr zu vermeiden.

In der heutigen SPS-Programmierung sind 4 Methoden üblich – aber natürlich eine Vielzahl weiterer Methoden bekannt und möglich.

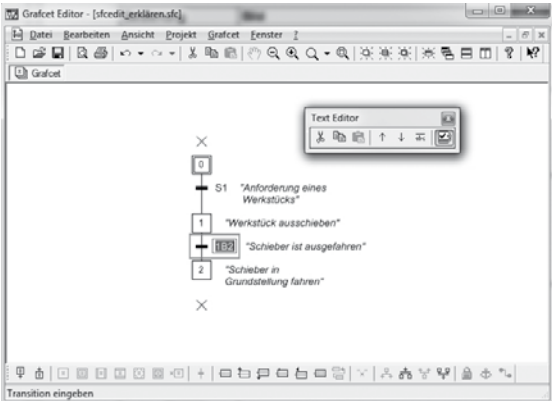
Beispielhaft sollen die folgenden Methoden vorgestellt werden:

- Umsetzung in GRAPH7 – der Ablaufsprache der Simatic-Welt als GRAPH7.ZIP auf Ihrer CD und mit dem S7-Manager dearchivierbar
- Umsetzung in eine löschende Taktkette – der möglicherweise am weitesten verbreiteten Methode, die mit jeder beliebigen SPS umsetzbar ist als Taktkette.zip auf Ihrer CD und mit dem S7-Manager dearchivierbar
- Umsetzung in einen Sprungverteiler, einer Methode die kürzere Zykluszeiten als die Taktkette ermöglicht als Sprungverteiler.ZIP auf Ihrer CD und mit dem S7-Manager dearchivierbar
- Umsetzung in die Sprungleiste der S7-AWL-Programmierung als Sprungleiste.ZIP auf Ihrer CD und mit dem S7-Manager dearchivierbar

Als Beispiel soll zuerst wieder eine ganz einfache Schrittkette dienen: die Nachttischlampensteuerung. An ihr lassen sich die meisten Grundprinzipien deutlich machen.

Die Nachttischlampensteuerung soll eine Lampe mit einem Taster sowohl ein- als auch ausschalten. Der GRAFCET ohne Anwendung der Flankenerkennung könnte so aussehen:

Der GRAFCET Editor sfcedit

Bedienung	Bild
Beschreiben Sie die Transitionen. Öffnen Sie das Beschriftungsfeld mit einem Doppelklick auf die Transition.	
Mit dem Text Editor können Sie die Pfeile für die Flanken einfügen ebenso wie den Überstrich für die Negation. Sollte dieses Fenster nicht automatisch angezeigt werden, dann können Sie es im Menü Ansicht -> Werkzeugleiste aktivieren.	