



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektrotechnische Berufe

GRAF CET

4. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselberger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 37633

Autor:

Duhr, Christian (www.grafcet-schulungen.de) Rednitzhembach

Digitale Inhalte zum Buch:

1. Grafcet Studio

2. PLC Lab

3. Alle Teillösungen des Aufgabenteils im Editor

Autor und Verlag bedanken sich an dieser Stelle bei der Firma MHJ-Software (75015 Bretten) für die Bereitstellung der Demo-Versionen.

Auf mhj-online.de sind die Vollversionen erhältlich.

Bildbearbeitung:

Zeichenbüro des Verlages Europa-Lehrmittel GmbH & Co. KG, 73760 Ostfildern

4. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

ISBN 978-3-7585-3284-9

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Satz: fidus Publikations-Service GmbH, Nördlingen

ab der 3. Auflage: Grafische Produktionen Neumann, 97222 Rimpar, www.gp-neumann.de

Umschlag: Andreas Sonnhüter, 41372 Niederkrüchten

Druck: Plump Druck & Medien GmbH, 53619 Rheinbreitbach

Inhaltsverzeichnis

Kapitel	Seite
1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium	5
1.1 Einführung: Wozu wird ein GRAFCET benötigt?	5
1.2 Regeln zur Erstellung eines GRAFCET	6
1.3 Aktionen	10
1.4. Ablaufstrukturen	22
2 Grundlagen der Norm GRAFCET DIN EN 60848	29
2.1 Initialschritt	30
2.2 Transition	30
2.3 Aktionen	33
2.4 Ablaufstrukturen	40
3 Strukturierung von GRAFCETs, weiterführendes Wissen	45
3.1 Aktion bei Auslösung	45
3.2 Einschließender Schritt	46
3.3 Makroschritt	50
3.4 Zwangssteuernde Befehle	54
3.5 Transienter Ablauf	61
3.6 Weitere Transitionsbedingungen	61
3.7 Quell- und Schlusstransition	63
3.8 Quell- und Schlussschritt	64
4 Vom GRAFCET zum Funktionsplan (FUP)	66
4.1 Ablauf ohne Verzweigung	67
4.2 Ablauf mit Alternativer Verzweigung (ODER-Verzweigung)	75
4.3 Ablauf mit Paralleler Verzweigung (UND-Verzweigung)	76
5 Aufgaben	77
<u>Aufgabe 1</u> Einfache Lüftersteuerung	77
<u>Aufgabe 2</u> Einfache Motorsteuerung	79
<u>Aufgabe 3</u> Heizlüfter	81
<u>Aufgabe 4</u> Stromstoßschaltung	85
<u>Aufgabe 5</u> Waschmaschine	86
<u>Aufgabe 6</u> Blinklicht	89
<u>Aufgabe 7</u> Wendeschützschtaltung	90
<u>Aufgabe 8</u> Schranke	91
<u>Aufgabe 9</u> Totmannschalter Lokführer	93
<u>Aufgabe 10</u> Ampelsteuerung	95
<u>Aufgabe 11</u> Folgeschaltung mit drei Förderbändern	97
<u>Aufgabe 12</u> Stern-Dreieck-Anlauf (automatische Umschaltung)	99
<u>Aufgabe 13</u> Stern-Dreieck-Anlauf mit zwei Drehrichtungen (automatische Umschaltung)	102
<u>Aufgabe 14</u> Abfüllanlage	104
<u>Aufgabe 15</u> Poliermaschine	107
<u>Aufgabe 16</u> Lauflicht	109
<u>Aufgabe 17</u> Blechbiegeeinrichtung	113
<u>Aufgabe 18</u> Mischautomat	115
<u>Aufgabe 19</u> Palettenhubtisch	122
<u>Aufgabe 20</u> Zwei Flüssigkeiten, Durchflusszählung	126
<u>Aufgabe 21</u> Landefeuere	129
<u>Aufgabe 22</u> Drei Sägen, zwei Lüfter	132
<u>Aufgabe 23</u> Tomograph	134
<u>Aufgabe 24</u> Folgeschaltung mit drei Zylindern, technologieunabhängig	137
<u>Aufgabe 25</u> Folgeschaltung mit drei Zylindern, technologieabhängig	140
Der GRAFCET-Editor „GRAFCET-Studio“ von MHJ	145
Glossar	147

I Hinweise zum Umgang mit diesem Arbeitsheft

DIE GRAFCET-GRUNDLAGEN IM SELBSTSTUDIUM

Hinweise zum Umgang mit diesem Arbeitsheft

Kapitel 1: Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

Dieses Kapitel ist so aufgebaut, dass Sie sich den Inhalt (die wichtigsten Darstellungsarten im GRAFCET) selbstständig, auch ohne Unterstützung eines Lehrers, beibringen können. Es enthält viele Arbeitsaufträge, vom Ergänzen eines Ablaufdiagramms über das Zeichnen eines GRAFCETS bis hin zum Ausfüllen eines Lückentextes. Merksätze und Beispiele sind farbig hervorgehoben. Das Kapitel ist mit steigendem Schwierigkeitsgrad strukturiert.

Einstieg in das Selbststudium

Lesen Sie die Seite 5 und überlegen Sie sich, wie die einzelnen Bewegungen an der Pakethebevorrichtung in Bild 1 **schrittweise** ablaufen müssen, damit ein Paket zuerst vom Sensor B1 erkannt, dann von der Kolbenstange M1 angehoben, und zum Schluss von der Kolbenstange M2 verschoben werden kann.

Diese Bewegungsabläufe der beiden Kolbenstangen übertragen Sie anschließend in das Bild 2 auf Seite 5.

Sie haben somit einen Anlagenprozess in einzelne Schritte zerlegt, und jedem Schritt eine bestimmte Aktion zugeordnet. Dies ist ein Teil des Konzeptes von GRAFCET.

Bearbeiten Sie nun selbständig die Seiten 6-28, indem Sie die entsprechenden Arbeitsaufträge erledigen. Sollten Sie sich bei der Bearbeitung eines Arbeitsauftrages unsicher sein, so lesen Sie im Kapitel 2 nach. Dort finden Sie unter den identischen Kapitelüberschriften wie in Kapitel 1, die Inhalte nochmals erklärt, jedoch auf andere Art und Weise.

Im Kapitel 2 wurde deshalb auf Arbeitsaufträge entsprechend verzichtet.

Vorteil von GRAFCET

Eine Funktionsbeschreibung der Pakethebeanlage in Form von zusammenhängenden Sätzen ist nicht sehr praxisfreundlich, besonders deutlich wird dies bei komplexeren Anlagen. Eleganter ist es, die Anlagenfunktion mittels einer grafischen Darstellung detailgenau wiederzugeben. So kann eine kundenfreundliche und professionelle Anlagendokumentation erstellt werden.

Die Regeln für diese grafische Darstellung werden in der europaweit gültigen DIN EN 60848 GRAFCET geregelt.

Kapitel 3: Strukturierung von GRAFCETs, weiterführendes Wissen

Für die Beschreibung von einfachen Anlagen genügt das Wissen, welches Sie sich mit den Seiten 5-28 angeeignet haben. Um komplexere Anlagen mit einem GRAFCET beschreiben zu können, benötigt man das Wissen aus Kapitel 3. Dieses Kapitel kommt ohne Arbeitsaufträge aus. Sie lesen es sich bei Bedarf durch.

Kapitel 5: Aufgaben

Zu allen 25 Aufgaben aus diesem Kapitel erhalten Sie über den Downloadlink in der Umschlagseite

a) die entsprechende virtuelle Anlage (Dateiname: *.plclab) und

b) die dazugehörige GRAFCET-Datei (Dateiname: *.grafcet) mit bereits angelegter Symboltabelle.

Detaillierte Informationen zur Installation und Bedienung der Software finden Sie im Anhang auf Seite 145 („Der neue GRAFCET-Editor „GRAFCET-Studio“ von MHJ-Software“)

Nach der Installation der beiden Programme „GRAFCET-Studio“ und „PLC-Lab“ auf Ihrem Windows-PC, gehen Sie wie folgt vor:

Sie öffnen die gewünschte GRAFCET-Datei mit GRAFCET-Studio und erstellen passend zur Aufgabenstellung den Lösungs-GRAFCET. Beachten Sie dabei die vorgefertigte Variablentabelle, so können Sie einfach die bereits zugeordneten Bauteilbezeichnungen verwenden. Danach öffnen Sie die dazu passende virtuelle Anlage mit „PLC-Lab“ und steuern diese Anlage anschließend mit Ihrem selbst erstellten GRAFCET. So können Sie leicht überprüfen, ob sich die Anlage genauso verhält, wie in der Aufgabenstellung vorgegeben. Ändern Sie den GRAFCET nach Ihren Wünschen ab und beobachten Sie das neue Anlagenverhalten.

Weitere Informationen zu GRAFCET finden Sie auf der Webseite des Autors www.Grafcet-Schulungen.de sowie auf dem zugehörigen YouTube Kanal.

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.1 Einführung: Wozu wird ein GRAFCET benötigt?

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.1 Einführung: Wozu wird ein GRAFCET benötigt?

Bei der Entwicklung einer Maschine bzw. Anlage sind sehr viele Personen aus den unterschiedlichsten Fachrichtungen beteiligt. GRAFCET dient hier als eine Art Sprache, die sämtliche Personen verstehen können, egal aus welchem Fachbereich sie stammen. Das Ziel soll sein, dass alle Mitarbeiter sehr schnell die Funktion bzw. das Steuerungsverhalten der Anlage verstehen können.

Hierbei ist es egal, mit welcher Art von Steuerung die Anlage später im Produktionsbereich angesteuert wird. Somit sollte ein GRAFCET immer anlagenneutral gestaltet sein. Dies wird in der Praxis jedoch nicht immer berücksichtigt, da oftmals im Vorfeld klar ist, welche Steuerung später zum Einsatz kommen wird (z. B. eine SPS). Deshalb existieren viele GRAFCETs, die speziell auf eine Anlage abgestimmt sind.



Um Prozesse in der Steuerungstechnik exakt beschreiben zu können, verwendet man die in ganz Europa gültige Norm GRAFCET.

Anhand der Pakethebevorrichtung (**Bild 1**) sollen die Struktur und der Aufbau eines GRAFCET-Plans im weiteren Verlauf dieser Unterlage verdeutlicht werden.

Die DIN EN 60848 „GRAFCET“ ist in ganz Europa gültig. GRAFCET stammt aus dem Französischen:

GRAphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tapes **T**ransitions.

Übersetzt man dies ins Deutsche, so wird die Bedeutung gut erkennbar: „Darstellung der Steuerungsfunktion mit Schritten und Weiterschaltbedingungen“



Ein Steuerungsablauf wird in Funktionsschritte zerlegt und durch einen GRAFCET-Plan dargestellt.

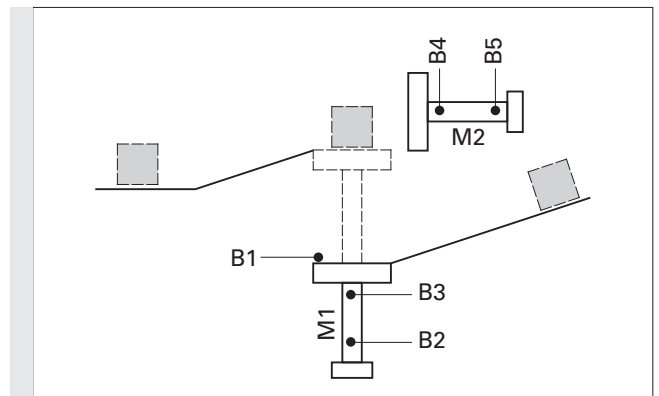


Bild 1: Pakethebevorrichtung

Im Ablaufdiagramm (**Bild 2**) wird näher auf die Funktion der beiden Zylinder M1 und M2 eingegangen.



Ergänzen Sie das Diagramm im **Bild 2**:

Ausgangssituation: B1 hat ein Paket erkannt.

M1	ausgefahren						
M1	eingefahren						
M2	ausgefahren						
M2	eingefahren						
Schritt		0	1	2	3	4	1
		↑	↑				
		Ein-Befehl	Würfel wird erkannt				

Bild 2: Ablaufdiagramm der beiden Zylinder

Um einen Prozess vollständig zu beschreiben, reicht die einfache Darstellung der Aktionen nicht aus. Sie sollen sich deshalb **selbstständig die Regeln zur Erstellung eines GRAFCET** mithilfe der folgenden Arbeits- und Informationsblätter **aneignen**.

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.2 Regeln zur Erstellung eines GRAFCET

1.2 Regeln zur Erstellung eines GRAFCET

1.2.1 Initialschritt

Jede Schrittkette muss an einer Stelle beginnen. Hierzu dient der **Initialschritt**. Man erkennt ihn am **Doppelrahmen**. Im Initialschritt befindet sich die Steuerung **automatisch nach dem Einschalten**, jedoch noch vor dem START-Befehl. Die Norm verwendet hierfür den Begriff „Anfangssituation“. Deshalb steht der Initialschritt **meist am Anfang** der Schrittkette.

In **Bild 1** ist Schritt 1 als Initialschritt dargestellt. Der Initialschritt kann aber ebenso mit einer Null oder einer anderen Zahl versehen werden. Wichtig ist hier nur der Doppelrahmen.

Bei der Erstellung eines GRAFCET sollte jedoch jeder Entwickler die Nummerierung des Initialschrittes und alle weiteren Schritte nicht beliebig, sondern passend zur Anlagenlogik vergeben.

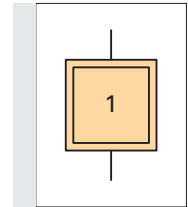


Bild 1: Initialschritt

1.2.2 Transition

Um von einem Schritt zum nächsten Schritt zu gelangen, muss eine _____ (= Transition) **auslösen**. Hierzu muss sie **freigegeben und erfüllt** sein (**Bild 2**). Die Weberschaltbedingung steht auf der rechten Seite der Transition. Die Transition darf mit einem **Namen** versehen werden, **der links in Klammern** zu schreiben ist. Eine Transition gilt als freigegeben, wenn der/die **unmittelbar** vor ihr liegende **Schritt aktiv** ist/sind.

Die Weberschaltbedingung kann unterschiedlich dargestellt werden:

- als Text,
- als Boole'scher Operator,
- als grafisches Symbol.

Eine **UND-Verknüpfung** wird durch einen Punkt (•) dargestellt.

Eine **ODER-Verknüpfung** wird durch ein mathematisches Plus (+) realisiert.

Eine **Negation** markiert man durch einen waagerechten Strich ($\overline{S1}$) über dem betreffenden Ausdruck.

Um einen Zustandswechsel (**Flanke**) einer Weberschaltbedingung abzufragen, stellt man einfach einen senkrecht nach oben bzw. nach unten zeigenden Pfeil voran.

In der Praxis hat sich folgende Darstellungsweise bewährt und ist weit verbreitet:

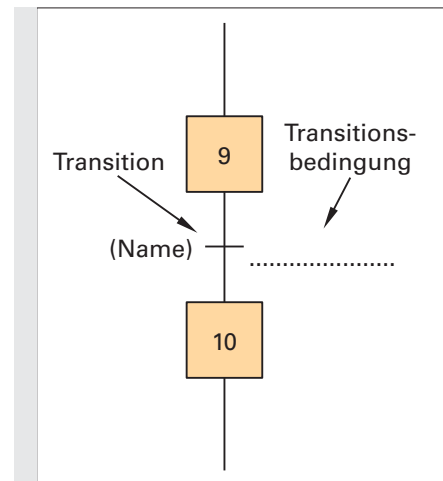


Bild 2: Transition

Darstellung	Bedeutung
$S1 \bullet S2$	S1 UND S2
$S1 + S2$	S1 ODER S2
$\overline{S1} \bullet \overline{S2}$	nicht S1 und nicht S2
$\uparrow S1$	steigende Flanke von S1 (\downarrow für fallende Flanke)

Durch Verwendung von Klammern können die Symbole beliebig miteinander kombiniert werden:

Darstellung	Bedeutung
$(S1 \bullet S2) + (S3 \bullet S4)$	S1 UND S2, ODER aber S3 UND S4
$(S1 + S2) \bullet (S3 + S4)$	entweder S1 ODER S2, UND zusätzlich S3 ODER S4
$(\overline{S1} \bullet \overline{S2}) + (S3 \bullet \overline{S4})$	S1 nicht UND S2, ODER aber S3 UND S4 nicht
$\uparrow(S1 \bullet S2) + \downarrow(S3 \bullet S4)$	steigende Flanke aus der Verknüpfung (S1 UND S2), ODER aber fallende Flanke aus der Verknüpfung (S3 UND S4)

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.2 Regeln zur Erstellung eines GRAFCET

Bsp. 1.: Man gelangt von Schritt 9 in Schritt 10, wenn B1 und B2 gemeinsam oder aber nicht B3 erfüllt sind.



Ergänzen Sie nun im GRAFCET (**Bild 2**) die Transitionsbedingung, um von Schritt 9 in Schritt 10 zu gelangen (wie in **Bild 1** vorgegeben).

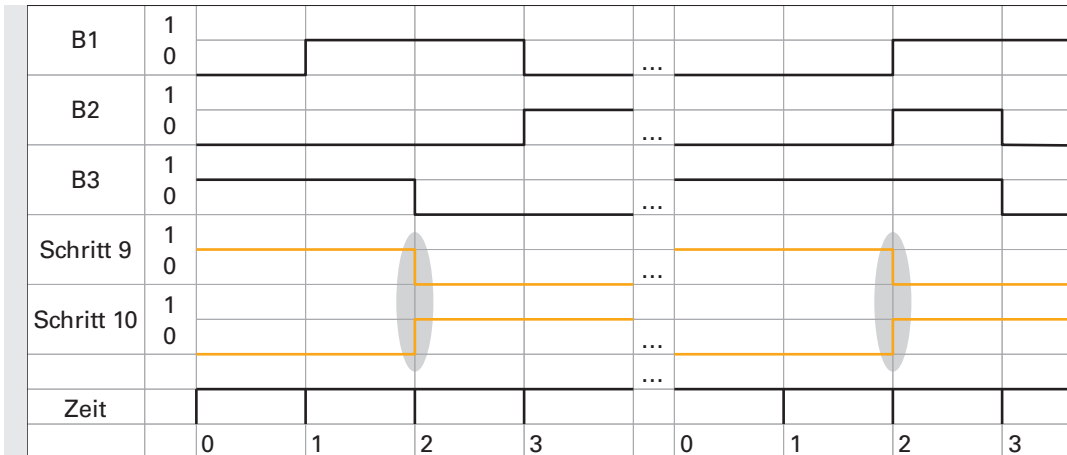


Bild 1: Diagramm zur Veranschaulichung der Funktion des GRAFCET

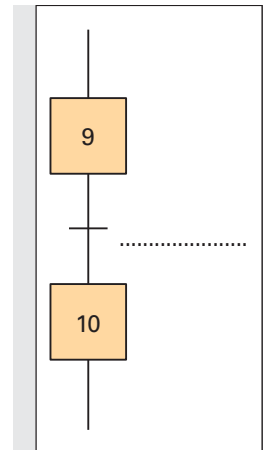


Bild 2: Die Transition im GRAFCET

Bsp. 2.: 8 s nach Aktivierung von Schritt 9 soll automatisch in Schritt 10 weitergeschaltet werden. Beachten Sie die Schreibweise der Transition im **Bild 3**.

Ein Schritt wird durch ein „X“ mit der zugehörigen Nummer dargestellt.

Hier steht also **X9** für **Schritt 9**.

Das X ist durch die Norm vorgeschrieben, die Zahl hingegen ist frei wählbar, soll jedoch immer sinnvoll vergeben werden.

Neben einer Zahl kann auch noch ein Buchstabe angegeben werden. So ist neben dem Schritt 9 auch noch ein Schritt 9a, 9b, 9c usw. denkbar. Die zugehörige Schrittvariable lautet dann entsprechend X9a, X9b, X9c usw.

Eine solche Schrittbeschriftung ist oftmals bei Verzweigungen sinnvoll.

Nähere Informationen hierzu finden Sie im Kapitel „4.2 Ablauf mit Alternativer Verzweigung“ auf Seite 75.

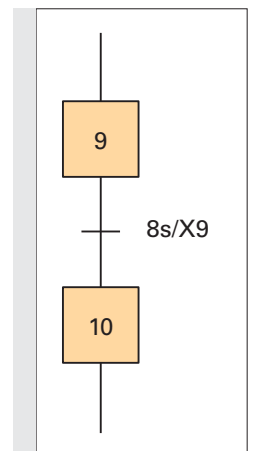


Bild 3: zeitgebundene Transition



Ergänzen Sie, entsprechend der Transition aus **Bild 3**, den Signalverlauf im Diagramm (**Bild 4**): Beachten Sie hierzu die Grundregeln auf Seite 8.

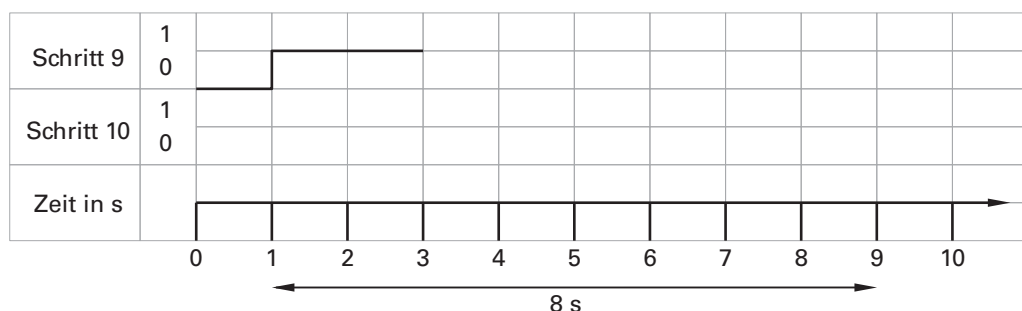


Bild 4: Ablaufdiagramm zur zeitgebundenen Transition aus Bild 3

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.2 Regeln zur Erstellung eines GRAFCET

Beachten Sie zusätzlich folgende Grundregeln:



Löst eine Transition aus, so wird ihr nachfolgender Schritt aktiviert und gleichzeitig ihr vorangehender Schritt deaktiviert.

Man kann deshalb auch sagen, in einem GRAFCET wird ein Schritt vom nachfolgenden Schritt deaktiviert!

In einem **linear ablaufenden** GRAFCET können (in speziellen Konstellationen) jedoch trotzdem **mehrere Schritte gleichzeitig aktiv** sein!

Unter „linear ablaufend“ versteht man eine Schrittfolge ohne alternative Verzweigungen. Alternative (und parallele) Verzweigungen werden später noch behandelt.

Bsp. 1 (Bild 1): Man befindet sich im Schritt 9. Wenn der Taster S3 für drei Sekunden lange betätigt bleibt, soll Schritt 10 aktiviert und Schritt 9 deaktiviert werden.



Ergänzen Sie den GRAFCET in **Bild 1** und das Diagramm in **Bild 2**.

Beachten Sie die Schreibweise der Transition im Beispiel auf Seite 7 (**Bild 3**) und denken Sie logisch!

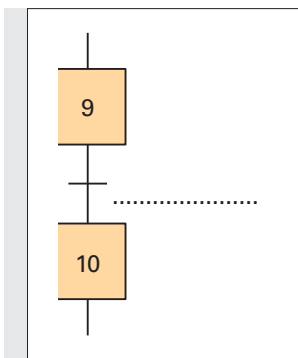


Bild 1: Taster muss 3 s lang betätigt bleiben

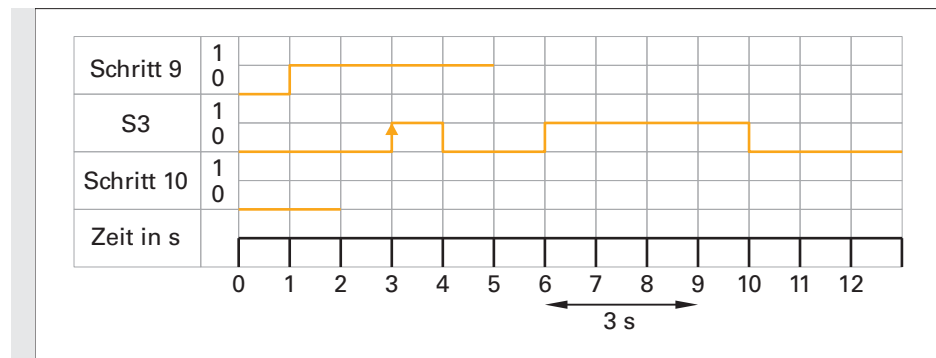


Bild 2: Diagramm zu Beispiel 1

Hinweis: Wird der Taster **vor Ablauf der 3s losgelassen**, so gelangt man **nicht** in Schritt 10!

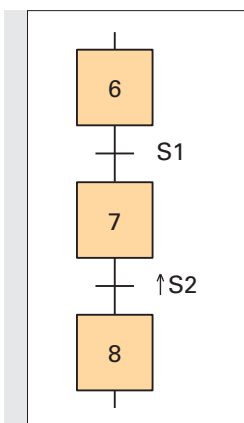


Bild 3: Steigende Flanke als Weichschaltbedingung

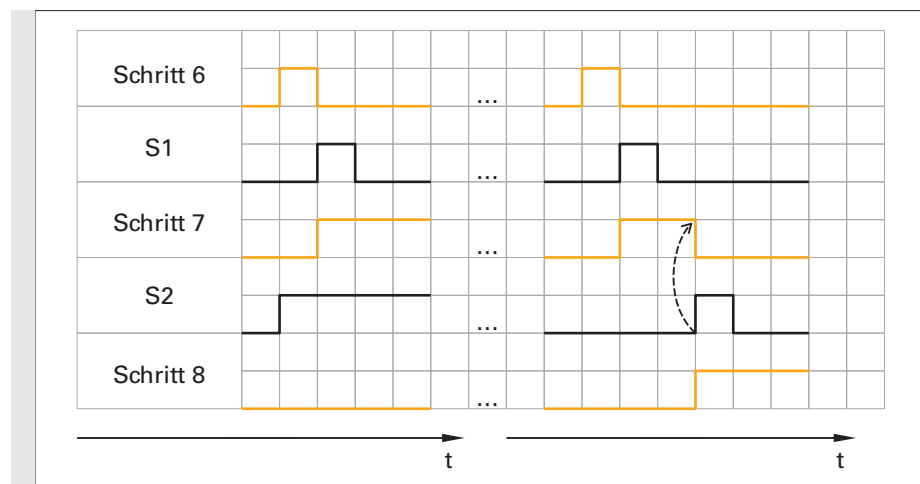


Bild 4: Ablaufdiagramm zu Bild 3

Bsp. 2: Von Schritt 7 gelangt man nur in Schritt 8, wenn der Taster S2 eine steigende Flanke liefert. Im linken Teil von **Bild 4** ist erkennbar, dass das Dauersignal von S2 nicht wirksam ist.

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.2 Regeln zur Erstellung eines GRAFCET

Die Norm liefert dem Ersteller eines GRAFCET noch eine weitere Möglichkeit, die jedoch nur in seltenen Fällen Verwendung findet:

Bsp. 1: Liefert der Sensor B1 ein logisches 1-Signal, so dauert es 3 s, bis der in Klammer stehende Teil der Transition erfüllt ist. Fällt danach das Sensorsignal wieder auf 0 zurück, so bleibt der Klammerausdruck für weitere 2 s erfüllt. Damit es zur Auslösung der Transition kommt, muss jedoch zusätzlich S1 betätigt werden.

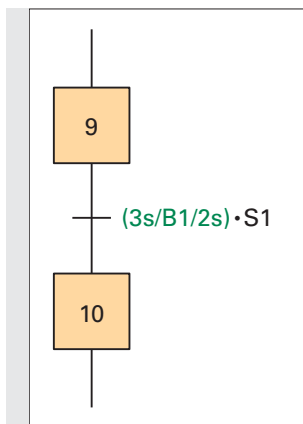


Bild 1: Transition mit zwei Zeitangaben

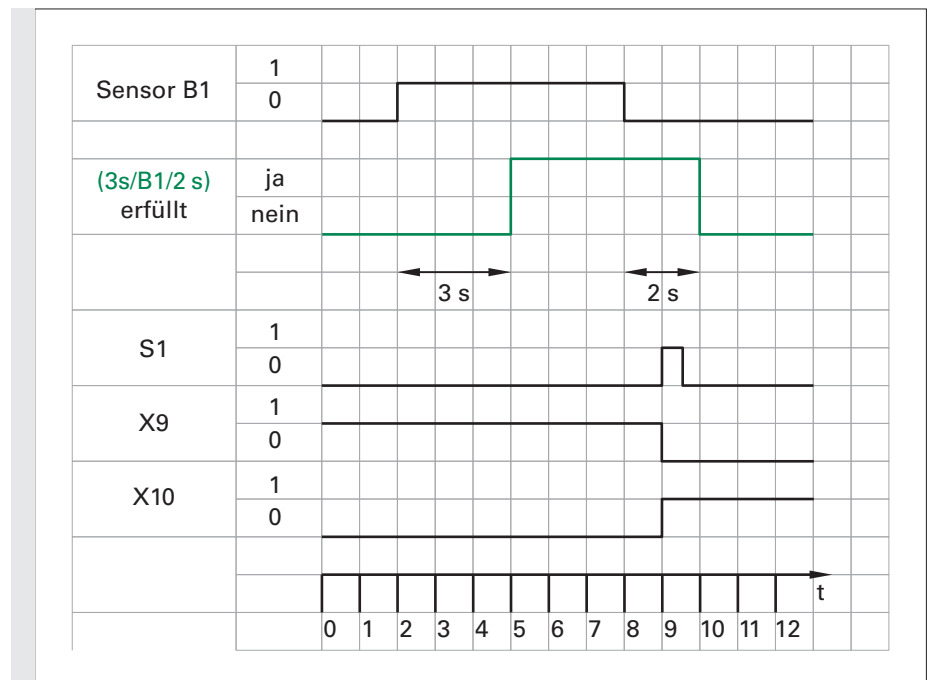


Bild 2: Ablaufdiagramm zu Bild 1

Setzt man für die rechte Zeit 0 s ein, so ergibt sich die bereits bekannte Transitionsbedingung aus Seite 8 (Bild 1).

Nachdem B1 eine fallende Flanke liefert, hat man noch 2 s Zeit, den Taster S1 zu betätigen, um dadurch den Schritt 10 zu aktivieren. Der Anlagenbediener kann S1 demnach zwischen Sekunde 5 und Sekunde 10 betätigen, um von Schritt 9 in Schritt 10 zu gelangen.

ZUSAMMENFASSUNG:

- Der Initialschritt erhält zur Kennzeichnung einen Doppelrahmen.
- Jeder Schritt erhält eine Bezeichnung (Nummer oder Namen), die eindeutig sein muss und nur einmal innerhalb eines GRAFCET auftauchen darf.
- Ein Schritt wird durch seine Schrittvariable X gekennzeichnet, gefolgt von seiner Schrittbezeichnung (z. B. X3).
- Um von einem Schritt in den nächsten zu gelangen, muss eine Transition auslösen. Hierzu muss die Transition freigegeben und erfüllt sein.
- Die Transitionsbedingung kann aus verschiedenen Einzelbedingungen bestehen, die miteinander logisch verknüpft werden.
- Weiterschaltbedingungen können durch Angabe einer Zeit verzögert erfüllt werden.
- Einzelne Weiterschaltbedingungen können neben ihrem Signalzustand auch auf eine Signaländerung (Flanke) hin abgefragt werden.

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

1.3 Aktionen

1.3.1 Möglichkeiten der Darstellung

Ist ein Schritt aktiv, so wird die ihm zugeordnete Aktion ausgeführt (vorausgesetzt, es sind keine zusätzlichen Bedingungen zu beachten). Es können einem Schritt aber auch mehrere Aktionen zugeordnet werden, die alle gleichzeitig stattfinden.

Die Art der Darstellung kann auf mehrere Weisen erfolgen:

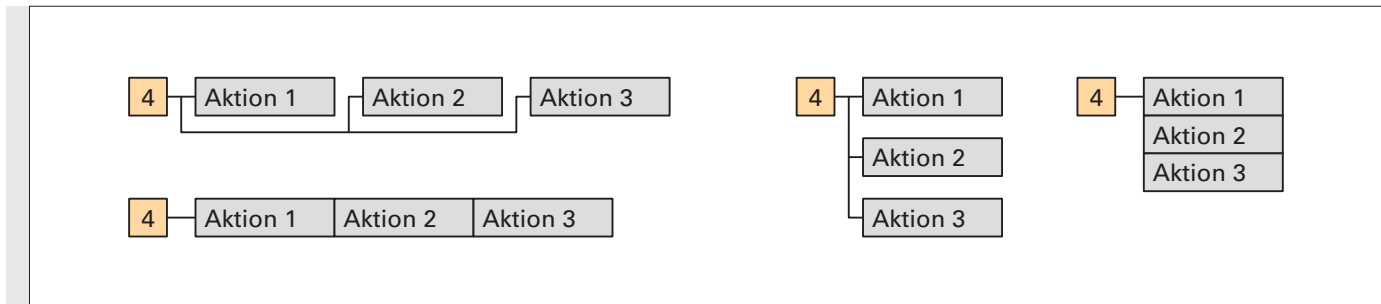


Bild 1: Mehrere Aktionen finden gleichzeitig im Schritt 4 statt.

Hinweis: Die **Aktionen 1-3** finden **alle gleichzeitig** statt, es existiert somit **keine zeitliche Rangfolge!**

Siehe hierzu folgendes Diagramm im **Bild 2**:

Welche der oben vorgestellten Varianten zum Einsatz kommen, ist eigentlich egal. Jedoch wird im weiteren Verlauf noch gezeigt, dass jede Variante ihren eigenen Vorteil besitzt. So können beispielsweise an die einzelnen Aktionen noch zusätzliche Bedingungen hinzugefügt werden. Dies erfordert jedoch, wie später noch gezeigt wird, spezielle Darstellungsvarianten.

Manchmal ist es aber auch einfach eine Platzfrage, welche Variante des GRAFCETs gewählt wird.

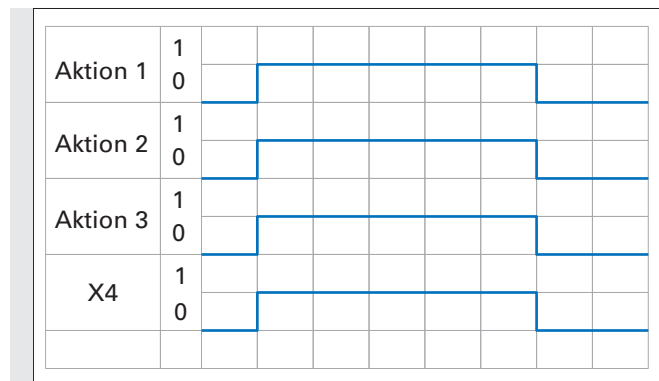


Bild 2: Signalverlauf zu Bild 1

1.3.2 Kontinuierlich wirkende Aktion

Die „kontinuierlich wirkende Aktion“ ist von der „kontinuierlich wirkenden Aktion mit Zuweisung“ zu unterscheiden. Bei der kontinuierlich wirkenden Aktion erhält die im Aktionskästchen beschriebene Variable den Wert 1, solange der zugehörige Schritt selbst aktiv ist, ein inaktiver Schritt weist einer Variablen einer kontinuierlich wirkenden Aktion den Wert null zu.

Solange Schritt 2 aktiv ist, bleibt die Schützspule im angezogenen Zustand (**Bild 3**).

Im Schritt 3 wird der Schützspule der Wert 0 zugewiesen, denn Schritt 2 ist inaktiv.

i Wird eine Variable (hier Schütz Q1) von einer kontinuierlich wirkenden Aktion beschrieben, so darf diese Variable an anderer Stelle nicht mehr speichernd wirkend (Kapitel 1.3.4) beschrieben werden!

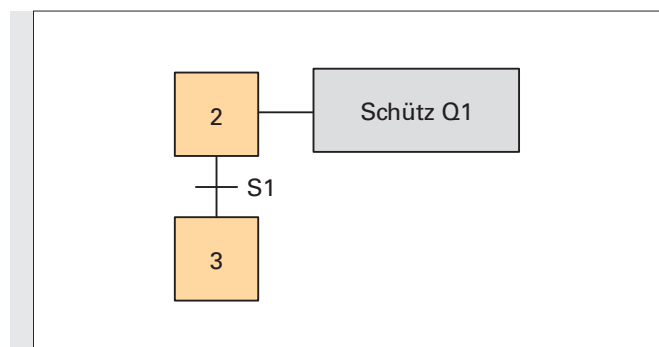


Bild 3: Kontinuierlich wirkende Aktion

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

1.3.3 Kontinuierlich wirkende Aktionen mit Zuweisung

Im Beispiel aus Kapitel 1.3.2 wurde die Aktion immer dann ausgeführt, wenn der zugehörige Schritt aktiv war. Jetzt wird gezeigt, wie man zusätzlich (zum Schritt) noch eine weitere Bedingung angeben kann.

Die Variable in der Aktion erhält genau dann den Wert 1, wenn zwei Bedingungen erfüllt sind:

- Der entsprechende Schritt ist dauerhaft aktiv.
- Die Zuweisungsbedingung ist dauerhaft erfüllt.

In allen anderen Fällen erhält die Variable den Wert 0.

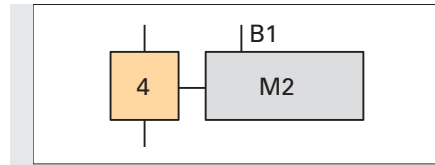


Bild 1: Aktion mit Zuweisung



Ergänzen Sie den Lückentext:

Ist Schritt ____ aktiv und ist die _____ B1 erfüllt, dann wird der Variablen M2 der Wert 1 zugewiesen. In allen anderen Fällen hat die Variable M2 den Wert ____.



Ergänzen Sie den Signalverlauf von M2 und beachten Sie dabei, dass von B1 keine Flanken-, sondern nur eine Zustandsabfrage erfolgt.

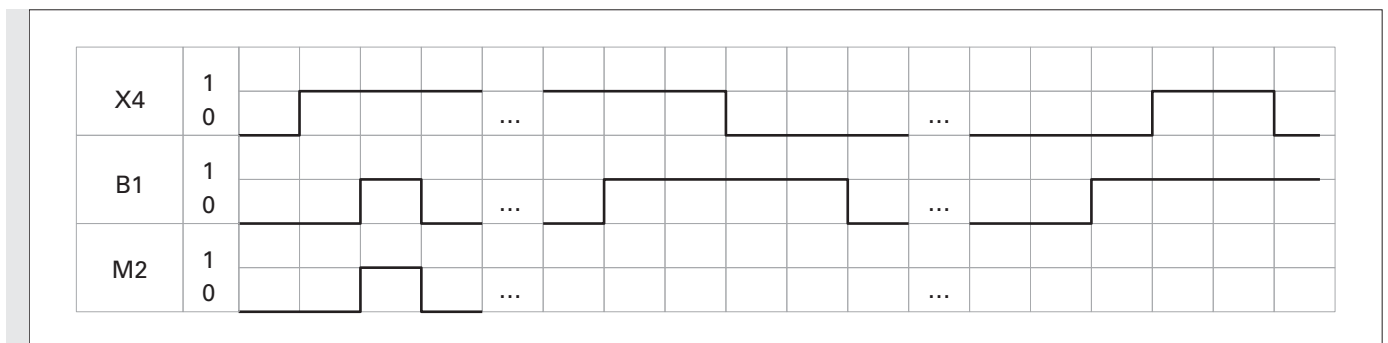


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

Es ist egal, ob B1 vor X4 oder erst nach X4 aktiv wird. Die zeitliche Abfolge ist unbedeutend.



Welcher Unterschied besteht somit also zwischen dem GRAFCET und dem Funktionsplan (FUP) (Bild 3)?

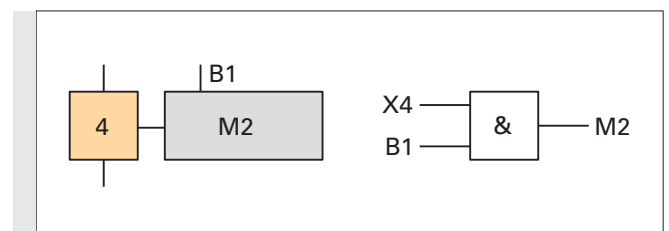


Bild 3: Vergleich von FUP und GRAFCET

Soll die Aktion M2 nur dann ausgeführt werden, wenn B1 eine Flanke (steigend oder fallend) liefert, so spricht man von einem **Ereignis**. Diese Darstellungsvariante wird in Kapitel 1.3.6 erklärt.

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

1.3.4 Speichernd wirkende Aktion bei Aktivierung eines Schrittes ↑

Im Gegensatz zur kontinuierlich wirkenden Aktion (Aktion ist nur so lange aktiv wie der zugehörige Schritt), behält die speichernd wirkende Aktion ihren Wert so lange, bis dieser (meist in einem anderen Schritt) überschrieben bzw. zurückgesetzt wird.

Da die Zuweisung des Wertes bei **Aktivierung** des Schrittes, also bei Vorliegen einer **steigenden Signalfanke** der **Schrittvariablen**, ausgeführt wird, wird die Aktion durch einen **Pfeil nach oben** gekennzeichnet (**Bild 1**).

Sobald Schritt 8 aktiv **wird**, wird der Ventilspule M1 der Wert **1** speichernd wirkend zugewiesen.

Ist Schritt 8 nicht mehr aktiv, so **behält** die **Variable M1** den **Wert 1** bei, bis dieser Wert durch eine andere Aktion überschrieben wird.

Wird Schritt 10 aktiv, so wird der **Ventilspule M1** der **Wert 0** **speichernd wirkend zugewiesen**. Die Variable M1 behält den Wert 0, bis der Wert der Variablen durch eine andere Aktion überschrieben wird.

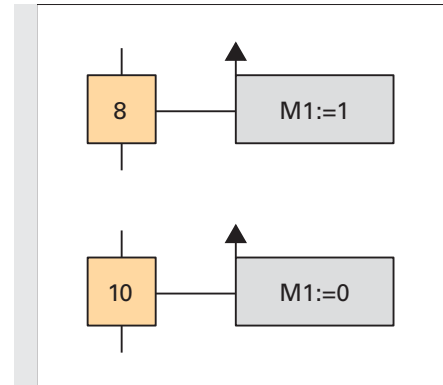


Bild 1: Speichernd wirkende Aktion

Der Doppelpunkt sowie das „Ist-gleich“-Zeichen „:=“ müssen zwingend geschrieben werden. Dies ist bei speichernd wirkenden Aktionen immer der Fall. Ebenso steht die Variable (z. B. Motor) links und der zugewiesene Wert (z. B. 0 oder 1) rechts vom „:=“.



Ergänzen Sie den Signalverlauf von M1 im Diagramm (**Bild 2**):

M1	1																		
	0																		
X8	1																		
	0																		
X9	1																		
	0																		
X10	1																		
	0																		

Bild 2: Diagramm zu Bild 1

1.3.5 Speichernd wirkende Aktion bei Deaktivierung eines Schrittes ↓

Da die Zuweisung des Wertes bei **Deaktivierung** des Schrittes, also bei Vorliegen einer **fallenden Signalfanke** der Schrittvariablen ausgeführt wird, wird die Aktion durch einen **Pfeil nach unten** gekennzeichnet. Ansonsten gelten die gleichen Gesetzmäßigkeiten wie bei der speichernd wirkenden Aktion, bei Aktivierung eines Schrittes.



Ergänzen Sie den Lückentext zur Erklärung der oben stehenden Beispiele:

Wird Schritt 6 aktiv, wird der Wert von Q1 _____ verändert. Wird Schritt 6 _____, so wird der Variablen Q1 der Wert 0 zugewiesen. Die Variable behält so lange ihren Wert, bis in einer anderen Aktion die Variable Q1 _____ wird. Wird Schritt 17 aktiv, wird der

Wert von Q3 _____ verändert. Wird Schritt 17 inaktiv, so wird der Variablen Q3 der Wert _____ zugewiesen. Die Variable behält so lange ihren Wert, bis in einer anderen Aktion die Variable Q3 überschrieben wird.

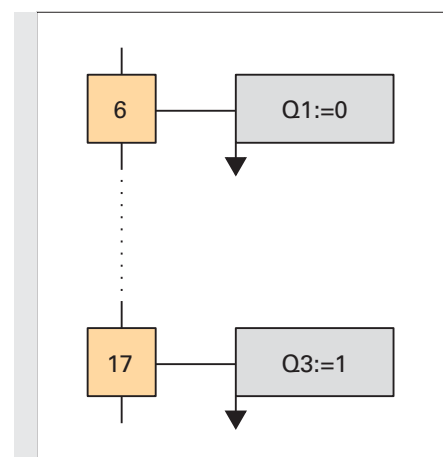


Bild 3: Speichernd wirkende Aktion bei Deaktivierung des Schrittes

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

Der Schritt 17 (Bild 3, Seite 12) zeigt, dass man bei Deaktivierung eines Schrittes auch eine Aktion auf 1 setzen kann. Dies zeigt auch die Variable „Lampe Stillstand“ (Bild 1).

Im GRAFCET (Bild 1) wird der Rechtslauf des Motors genau dann beendet, wenn Schritt 6 deaktiviert wird (also wenn man sich im Schritt 6 befindet und die Transition S3 auslöst.) Im gleichen Augenblick beginnt die Lampe „Stillstand“ zu leuchten.

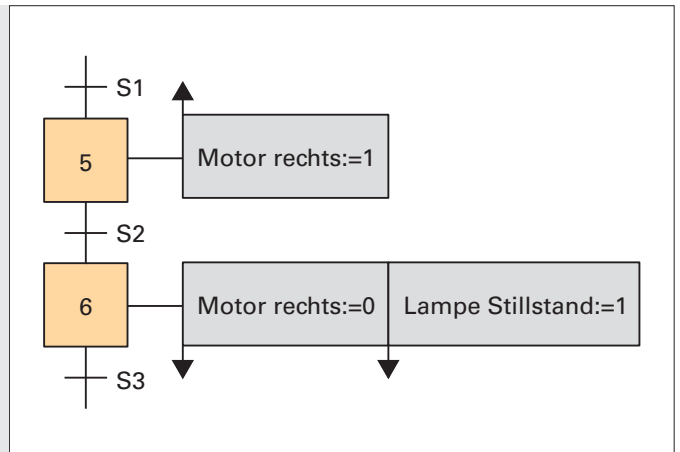


Bild 1: Bei Deaktivierung des Schrittes 6 wird die Lampe eingeschaltet

Übungsaufgabe (Bild 2)

Der Pakethebevorrichtung wird vollautomatisiert nur dann ein Paket zugeführt, wenn sich die Pakethebevorrichtung in Grundstellung befindet. Die Realisierung der Paketzuführung ist nicht Gegenstand dieser Übung. Hier soll lediglich das Verhalten der Pakethebevorrichtung betrachtet werden:

Die Kolbenstange des Zylinders M1 hebt ein Paket dann an, wenn das Paket durch Sensor B1 erkannt wurde. Die Ausfahrbewegung von M1 stoppt, wenn Sensor B3 das Erreichen der hinteren Endlage erkennt. Nun verschiebt die Kolbenstange von M2 das Paket. Der Hebezylinder M1 fährt gleichzeitig mit dem Verschiebezylinder zurück in die Grundstellung.

Sie sollen den Ablauf der Pakethebevorrichtung durch einen GRAFCET abbilden.

Zu Beginn ist jedoch nicht bekannt, welche Ventile zur Ansteuerung der Zylinder M1 und M2 verwendet werden. Aus diesem Grund sollen nur folgende Aktionen verwendet werden:

M1_vor, M1_zurück, M2_vor, M2_zurück

Der GRAFCET soll folgender Logik folgen:

Nach dem Initialisierungsschritt (Schrittvariable X1) erfolgt die Abfrage, ob sich die Anlage in Grundstellung befindet.

Im Schritt 2 wird gewartet, bis ein Paket erkannt wird.

Im Schritt 3 wird das erkannte Paket angehoben.

Im Schritt 4 erfolgt das Verschieben des Pakets.

Im Schritt 5 fahren beide Kolbenstangen zurück in die Grundstellung.

Befindet sich die Anlage nun in der Grundstellung, wird auf das nächste Paket gewartet.

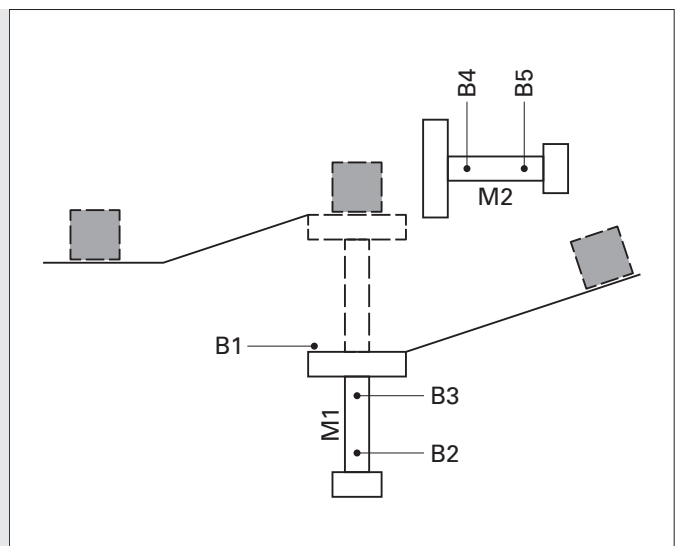


Bild 2: Pakethebevorrichtung

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen



Vervollständigen Sie den GRAFCET in **Bild 1** entsprechend der Vorgabe auf Seite 13.

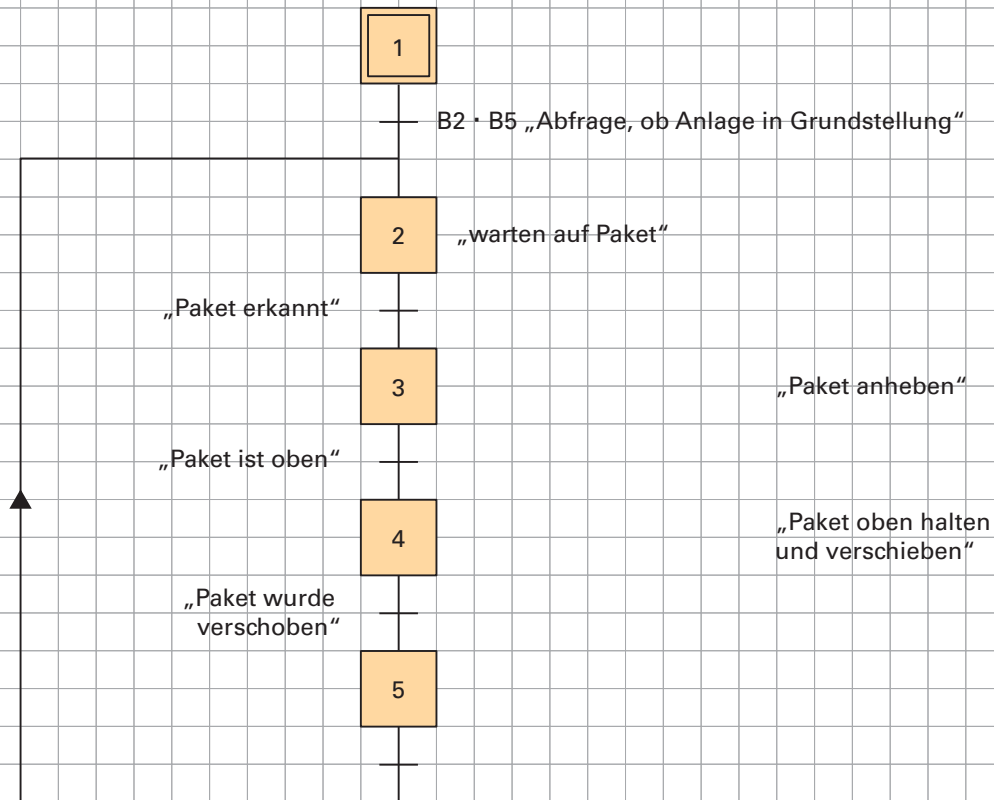


Bild 1: GRAFCET mit Beschreibung der Kolbenstangenbewegungen

Die Transitionsbedingungen B2 und B5 deaktivieren den Schritt 5. Ist es zwingend nötig, die Aktionen im Schritt 5 durch die Zuweisungsbedingungen „nicht B5“ sowie „nicht B2“ abzuschalten?

Durch die Verwendung der Zuweisungsbedingungen kann man abbilden, dass es unerheblich ist, wie lange die Rückfahrbewegungen der beiden Kolbenstangen dauern. Die Rückfahrbewegungen werden durch die jeweiligen Endlagensensoren (evtl. zeitversetzt) beendet.

Ohne Verwendung der Zuweisungsbedingungen könnte der GRAFCET so interpretiert werden, dass die Rückfahrbewegungen der beiden Kolbenstangen exakt gleichzeitig beendet wären.

Möchte man das **SPS-Programm für diese Anlage schreiben** muss man vorab festlegen, **welche Ventile** zur Zylinderansteuerung verwendet werden.

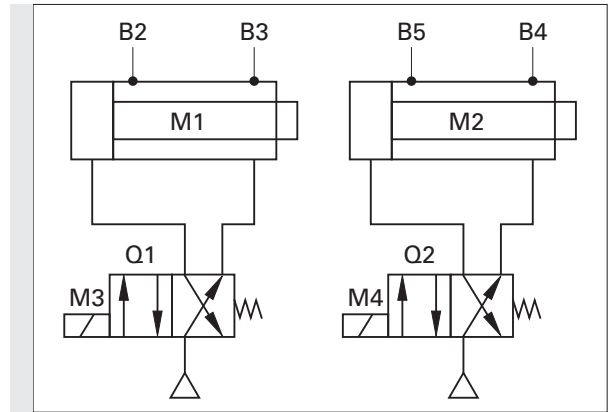
1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

Die Zylinder der Pakethebeanlage sollen nun durch **feder-rückgestellte** Ventile angesteuert werden.



Variablen, die auf real existierende Ausgänge schreiben, sollten wenn möglich nicht durch speichernd wirkende Aktionen beschrieben werden. In umfangreicheren GRAFCETs kann es ansonsten zu sehr umständlichen Darstellungen kommen. Speichernd wirkende Aktionen finden ihre Anwendung beim Beschreiben von internen Variablen wie beispielsweise Zählerständen.



Vervollständigen Sie den GRAFCET in **Bild 1** in dem Sie nun als Aktionen lediglich die Ansteuersignale der Ventilsolenen M3 und M4 angeben. Verwenden Sie **keine** speichernd wirkenden Aktionen.

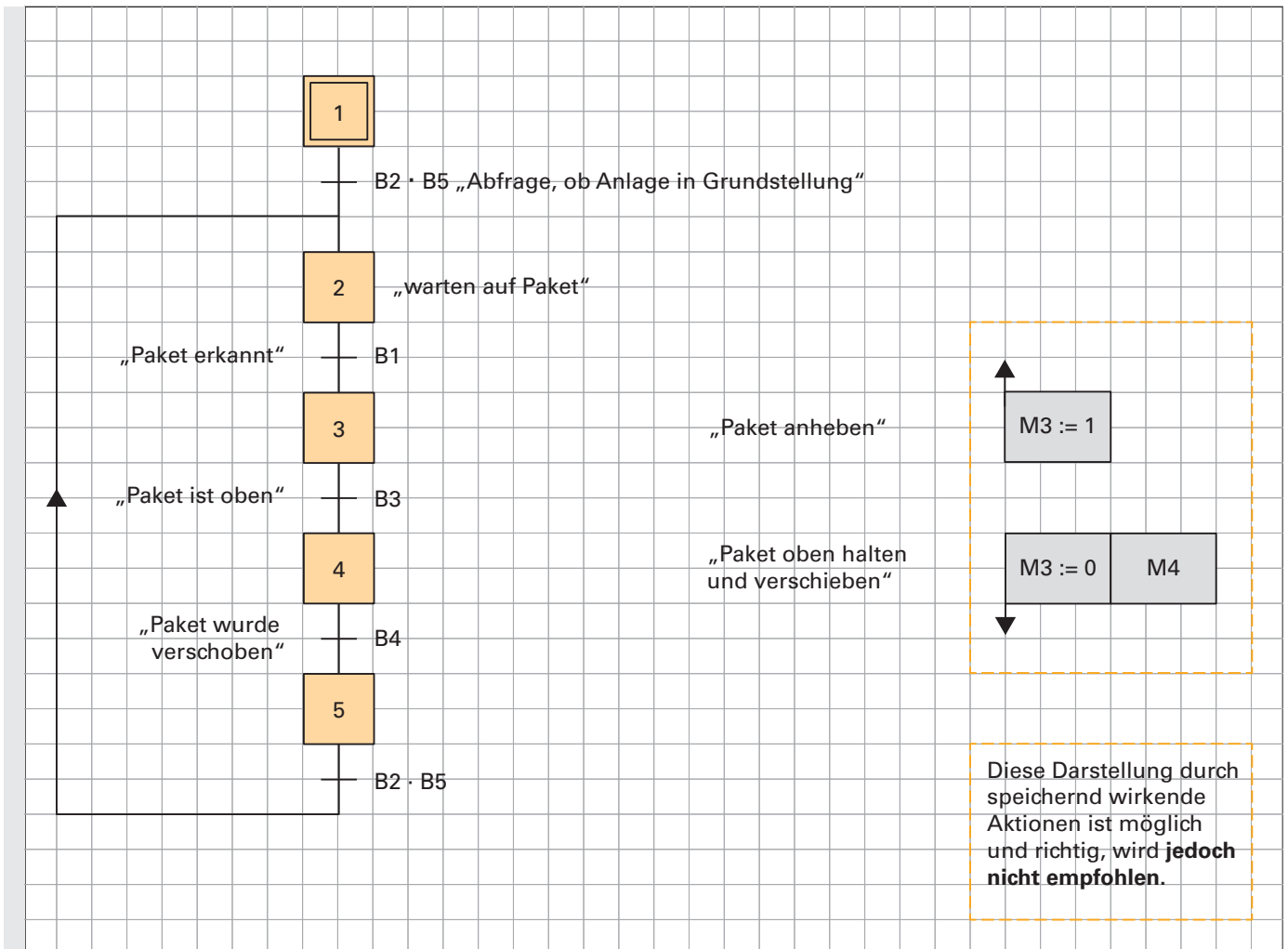


Bild 1: GRAFCET, als Vorlage für ein SPS Programm

Im Schritt 5 stehen keine Aktionen mehr. Dies bedeutet, die Ventile Q1 und Q2 lassen durch die Federrückstellung die beiden Kolbenstangen einfahren. Man erkennt, obwohl einem Schritt keine Aktionen zugeordnet wurden finden in der Anlage unter Umständen trotzdem Aktionen statt!

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

1.3.6 Speichernd wirkende Aktion bei einem Ereignis ↗

Unter 1.3.3 auf Seite 11 wurde gezeigt, wie man eine Aktion an eine weitere Bedingung (im **Bild 1**: B1) knüpft.

Es spielte jedoch keine Rolle, ob diese Bedingung schon erfüllt war, bevor der Schritt erreicht wurde.

Es wurde also nicht die Flanke, sondern „nur“ der Zustand der Bedingung abgefragt.

Nun wird gezeigt, wie man die Flanke einer Zusatzbedingung abfragt.

Der in der Aktion beschriebenen Variablen wird nur dann der angegebene Wert zugewiesen, wenn der Schritt aktiv ist **und** das Ereignis eine **steigende Flanke** aufweist (**Bild 2**).

Das Fähnchen, welches zur Seite zeigt, zeigt an, dass die Aktion erst bei Eintreten eines Ereignisses speichernd wirkend ausgeführt wird. Der Pfeil nach oben vor B9 zeigt an, dass die steigende Flanke von B9 ausgewertet wird.

Die Variable behält so lange den Wert 1, bis sie durch eine andere Aktion überschrieben wird.

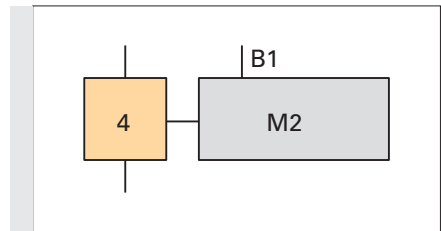


Bild 1: Kontinuierlich wirkende Aktionen mit Zuweisung

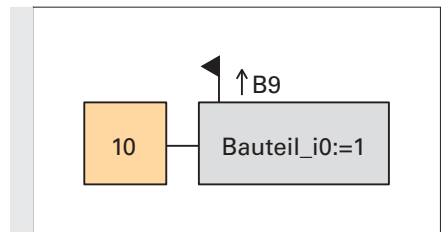


Bild 2: Speichernd wirkende Aktionen mit Zuweisung (steigende Flanke)



Ergänzen Sie das Diagramm um den Verlauf der Variablen „Bauteil_i0“:

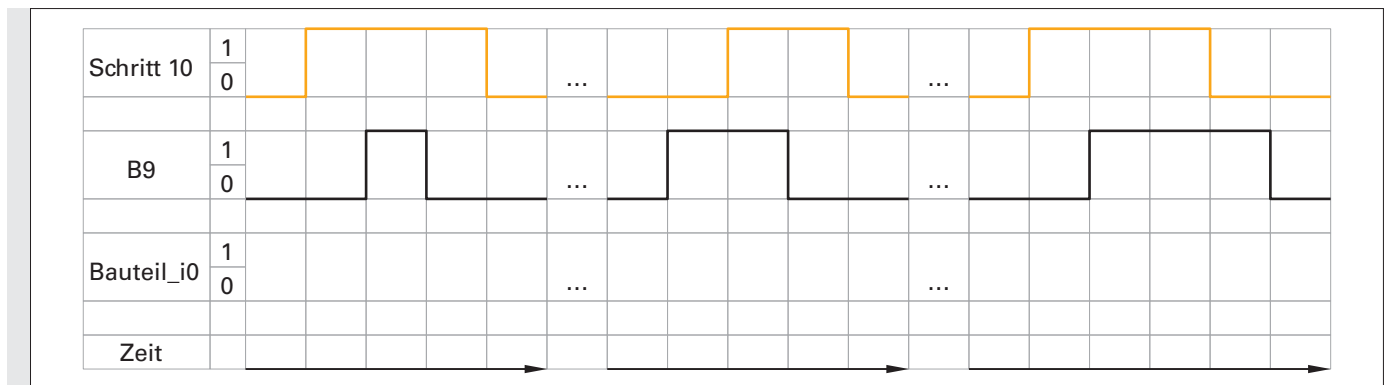


Bild 3: Signalverlauf zu Bild 2



Ergänzen Sie den GRAFCET in **Bild 4**, damit der Variablen „Bauteil_i0“ der Wert 1 zugeordnet wird, wenn B9 eine fallende Flanke liefert:

Ergänzen Sie den GRAFCET in **Bild 5**, damit die Variable „Bauteil_i0“ nur dann den Wert 1 erhält, wenn B9 eine steigende Flanke liefert und der Schritt 11 (z. B. in einem parallelen Zweig) aktiv ist. (Eine nähere Erklärung zum parallelen Zweig erfolgt im Kapitel 4.3).

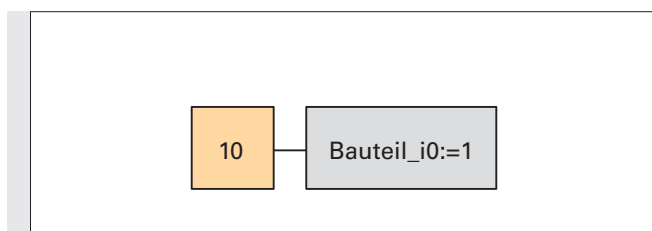


Bild 4: Speichernd wirkende Aktion bei fallender Flanke

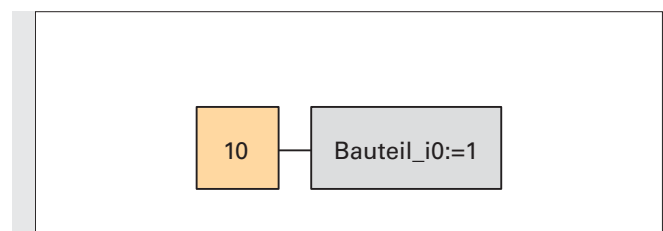


Bild 5: Speichernd wirkende Aktion bei steigender Flanke und aktivem Schritt

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

1.3.7 Aktionen und Zeiten

Kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

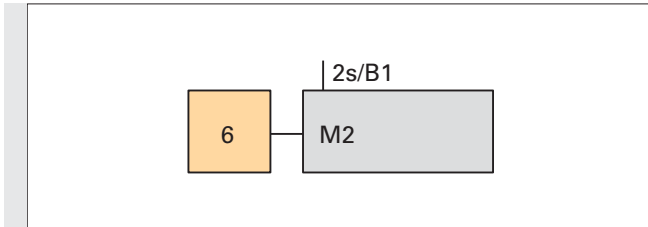


Bild 1: kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

Die Zeit (2 Sekunden), welche **links neben der Variablen** steht, wird gestartet, wenn die Variable eine **steigende Flanke** liefert (**Bild 1**).

(Dies muss hier nicht durch einen Pfeil gekennzeichnet werden). Die Aktion wird erst ausgeführt, nachdem die Zeit abgelaufen ist.

Somit gleicht dieses Verhalten einer **Einschaltverzögerung**.

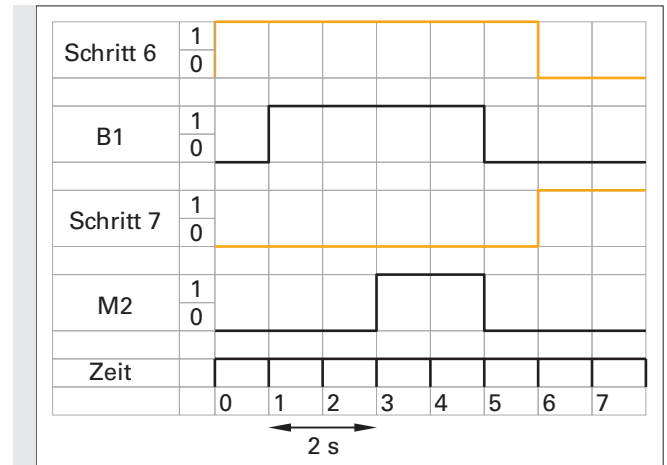


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

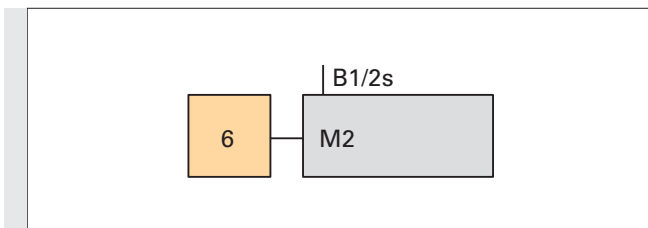


Bild 3: kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

Die Zeit (2 Sekunden), welche **rechts neben der Variablen** steht, wird gestartet, wenn die Variable eine **fallende Flanke** liefert.

(Dies muss hier ebenso nicht durch einen Pfeil gekennzeichnet werden).

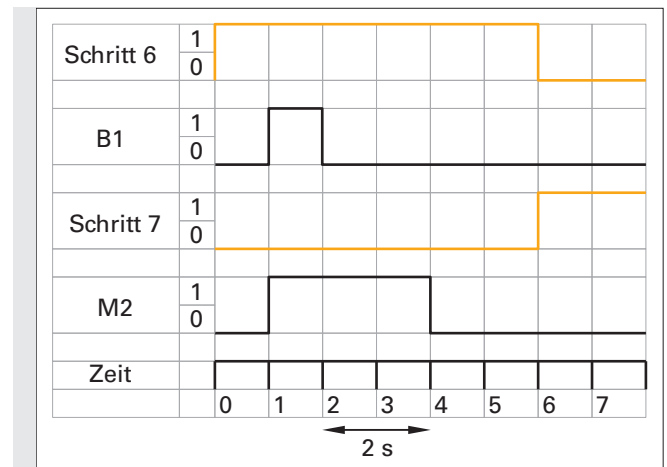


Bild 4: Diagramm zu Bild 3



Ergänzen Sie folgenden Lückentext:

Die Dauer der Aktion M2 (**Bild 3**) wird um 2 s _____

Somit gleicht dieses Verhalten einer _____ **verzögerung!**

Hinweis: Beachten Sie, dass diese Art der Ausschaltverzögerung von der „klassischen“ Ausschaltverzögerung nach Verlassen eines Schrittes zu unterscheiden ist, denn es wurde als „Ausschaltssignal“ eine Zuweisungsbedingung (wie sie z. B. ein Sensor darstellt) angenommen.

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen



Ergänzen Sie in **Bild 2** passend zum GRAFCET in **Bild 1** das Diagramm um den Signalverlauf von M2.

Hinweis: Der Sensor B1 muss mindestens für 2 s aktiv sein, damit die Zuweisungsbedingung erfüllt ist.

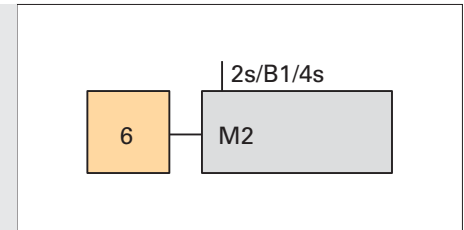


Bild 1: kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

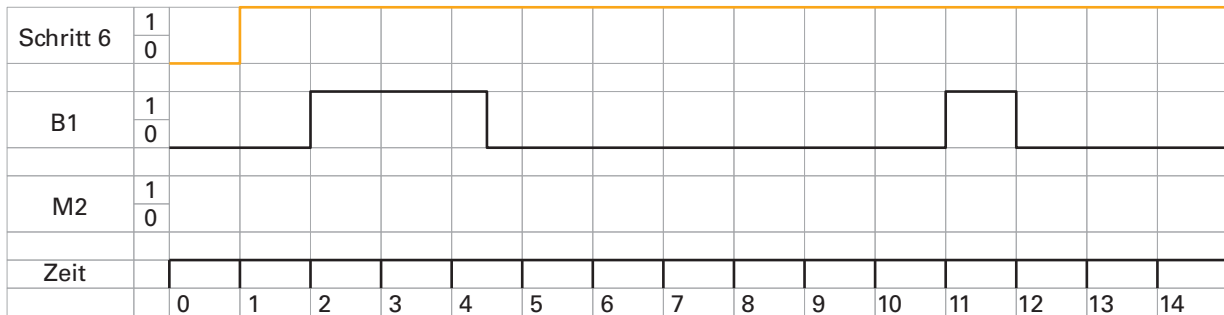


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

Anstelle einer Variablen kann auch der **Schritt selbst als Zuweisungsbedingung** angegeben werden (siehe **Bild 3**).

Die Aktion „M2“ wird dann aktiv, wenn der Schritt 6 aktiv ist und 2 s vergangen sind. Die Aktion ist mit dem Verlassen des Schrittes beendet.

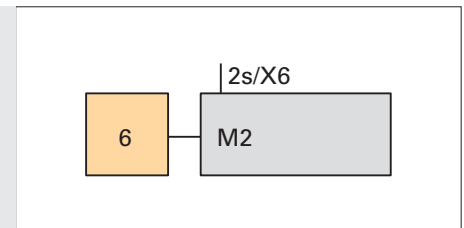


Bild 3: Schritt als Zuweisungsbedingung

Bild 4 und 5: Wird der Schritt 6 verlassen, bevor die 2 s abgelaufen sind, wird die Aktion „M2“ natürlich nicht ausgeführt.

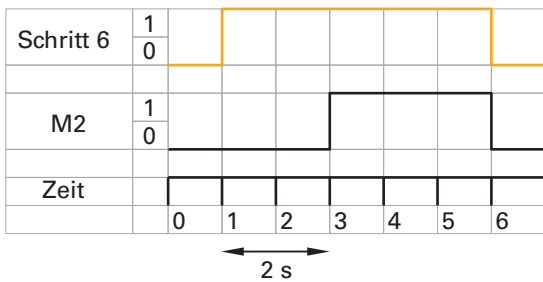


Bild 4: Diagramm zu Bild 3

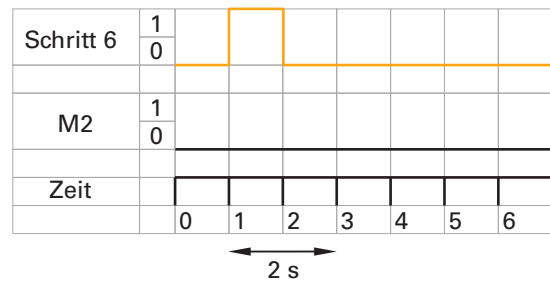


Bild 5: Diagramm zu Bild 3

Die Aktion „M2“ ist kontinuierlich wirkend dargestellt. Sollte M2 speichernd wirkend sein, so darf hier nicht einfach zusätzlich linksbündig ein Pfeil nach oben an das Aktionskästchen gezeichnet werden. Diese „Ver-mischung“ ist bei dieser Darstellungsart nicht erlaubt.

Der GRAFCET im **Bild 6** erfüllt jedoch diese Funktion: 2 s nachdem Schritt 6 aktiv wurde, wird die Aktion M2 speichernd auf 1 gesetzt. Der Schritt 6 dient in diesem Fall als sog. Leerschritt. Die Bezeichnung Leerschritt besagt, dass dieser Schritt in der Schritt-kette kein „wirklicher“ Schritt ist, sondern nur dazu dient, die Grundregel Schritt-Transition-Schritt nicht zu verletzen.

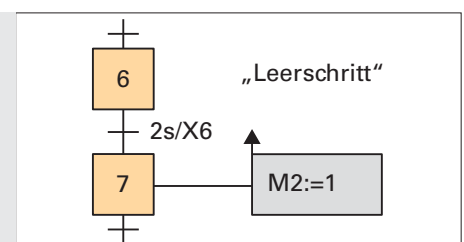


Bild 6: Schritt 6 als Leerschritt

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

ZUSAMMENFASSUNG:

Die Flanke einer Zuweisungsbedingung wird in der Norm als „Ereignis“ beschrieben. Soll eine Aktion an ein Ereignis gebunden sein, so wird dies durch ein Fähnchen angezeigt. Zusätzlich wird angegeben, ob die positive oder negative Flanke (Pfeil nach oben bzw. nach unten) des Ereignisses abgefragt wird. Die zugehörige Aktion ist dann immer eine speichernd wirkende Aktion.

Die Zeit, welche links von der zeitabhängigen Zuweisungsbedingung steht, startet mit der steigenden Flanke der Bedingung, und läuft nur dann fehlerfrei ab, wenn die Bedingung true bleibt. Erst nach Ablauf dieser Zeit gilt die Zuweisungsbedingung als erfüllt.

Die Zeit, welche rechts von der zeitabhängigen Zuweisungsbedingung steht, startet mit der fallenden Flanke der Bedingung. Die Zuweisungsbedingung kann für diese Zeit weiterhin als erfüllt betrachtet werden, selbst wenn das physikalische Signal bereits 0 ist.

Eine Aktion, die an eine zeitabhängige Zuweisungsbedingung gebunden ist, ist eine kontinuierlich wirkende Aktion. Soll an eine zeitabhängige Zuweisungsbedingung eine speichernd wirkende Aktion geknüpft werden, so wird dies mit einer „speichernd wirkenden Aktion bei einem Ereignis“ abgebildet. Siehe Beispiel auf Seite 27.

Zeitbegrenzte Aktion

Bringt man über eine **verzögerte Aktion** einen **Negationsstrich** an, so erhält man eine **zeitbegrenzte Aktion**.

Nachdem Schritt 25 aktiv wurde, erhält die Variable „Ausgang1“ für maximal 2 s den Wert 1.

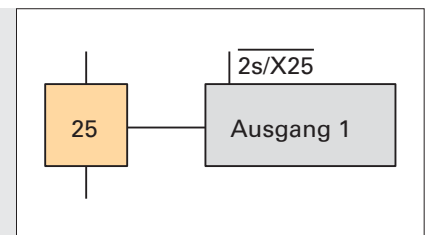


Bild 1: Zeitbegrenzte Aktion

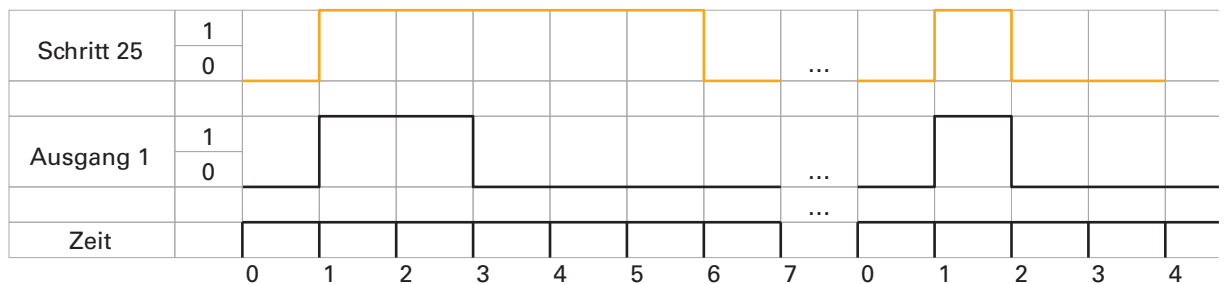


Bild 2: Diagramm zu Bild 1



Erklären Sie, was mit der Aktion „Ausgang 1“ geschieht, wenn der Schritt deaktiviert wurde, bevor die angegebene Zeit abgelaufen ist!

1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

1.3 Aktionen

Welche Funktion hat Ihrer Meinung nach der GRAFCET in **Bild 1**?



Zur Beantwortung dieser Frage ergänzen Sie das Diagramm in **Bild 2** um den Signalverlauf von Ausgang 1:

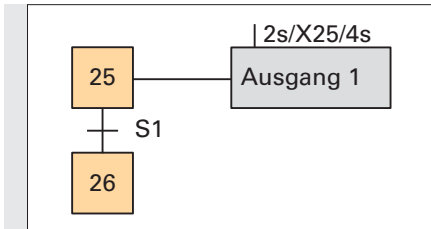


Bild 1: Nicht normgerechte Darstellung

Die unten stehenden drei Überlegungen sollen Ihnen helfen, den in **Bild 1** abgebildeten GRAFCET auf seine vermeintliche Funktion hin überprüfen zu können.

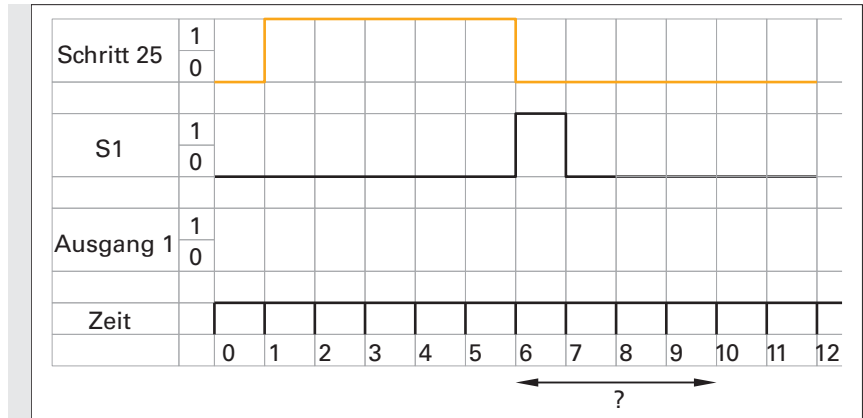


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

1. Darf eine kontinuierlich wirkende Aktion länger aktiv sein als der zugehörige Schritt?
2. Welchen Wert muss die Variable X25 annehmen, damit die 4s ablaufen? Was bedeutet das für den Schritt 25?
3. Welche Schlussfolgerung ziehen Sie nun aus diesen Überlegungen?

Wie wird nun aber eine **Ausschaltverzögerung nach dem Verlassen von Schritt 25** realisiert?



Ergänzen Sie das Diagramm in **Bild 3** um den Signalverlauf von „Schritt 26“ und „Ausgang 1“:

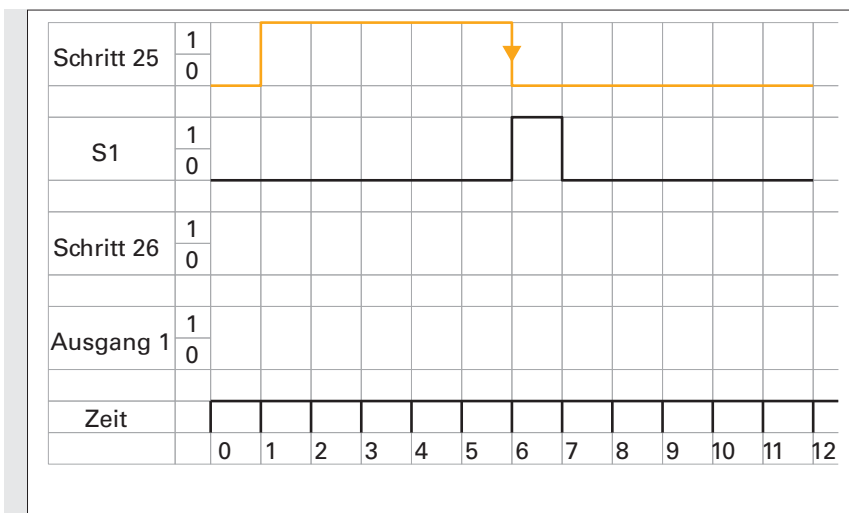


Bild 3: Diagramm

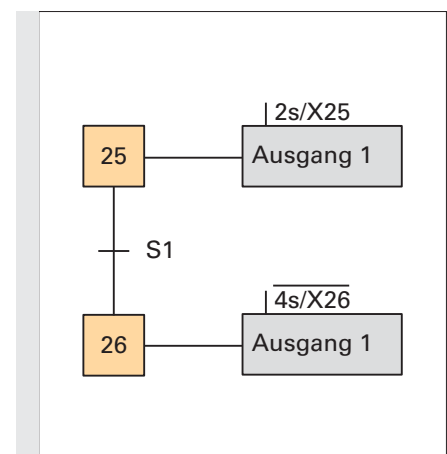


Bild 4: Ausschaltverzögerung nach Verlassen des Schrittes 25