



EUROPA-FACHBUCHREIHE  
für elektrotechnische Berufe

# GRAF CET

2. Auflage

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

Europa-Nr.: 37633

**Autor:**

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

**Lektorat:**

Alexander Barth Haan

**Inhalt der CD zum Buch:**

1. Grafcet Studio
2. PLC Lab

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

2. Auflage 2018

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Behebung von Druckfehlern untereinander unverändert sind.

ISBN 978-3-8085-3769-5

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

© 2018 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten  
<http://www.europa-lehrmittel.de>

Satz: fidus Publikations-Service GmbH, Nördlingen

Umschlag: Andreas Sonnhüter, 41372 Niederkrüchten

Druck: M. P. Media-Print Informationstechnologie GmbH, 33100 Paderborn

# Inhaltsverzeichnis

<b>Kapitel</b>	<b>Seite</b>
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 Ablaufauswahl	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
Aufgabe 1 Heizlüfter	77
Aufgabe 2 Stromstoßschaltung	81
Aufgabe 3 Folgeschaltung mit drei Zylindern, technologieunabhängig	82
Aufgabe 4 Folgeschaltung mit drei Zylindern, technologieabhängig	84
Aufgabe 5 Folgeschaltung mit drei Förderbändern	86
Aufgabe 6 Waschmaschine	88
Aufgabe 7 Blinklicht	91
Aufgabe 8 Totmannschalter Lokführer	92
Aufgabe 9 Wendeschützschtaltung	93
Aufgabe 10 Stern-Dreieck-Anlauf (automatische Umschaltung)	94
Aufgabe 11 Stern-Dreieck-Anlauf mit zwei Drehrichtungen (automatische Umschaltung)	97
Aufgabe 12 Ampelsteuerung	99
Aufgabe 13 Palettenhubtisch	101
Aufgabe 14 Mischautomat	105
Der neue GRAFCET-Editor "GRAFCET-Studio" von MHJ	111
Glossar	113



# 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:

**GRA**phe Fonctionnel de **COM**mande **ETA**pes **T**ransitions.

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



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

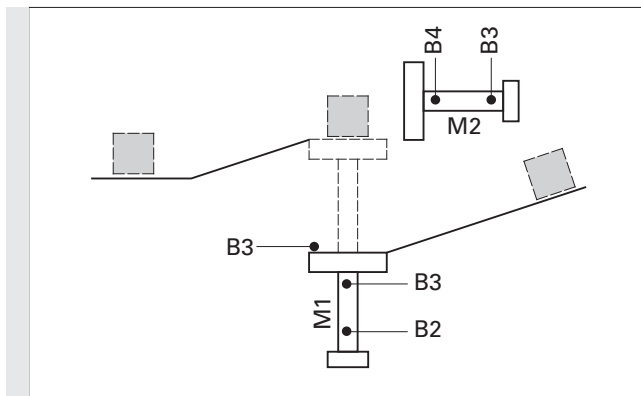


Bild 1: Pakethebevorrichtung

Im Ablaufdiagramm (**Bild 2**) wird näher auf die Funktion der beiden Zylinder 1A1 und 2A1 eingegangen.



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

Ausgangssituation: B1 hat ein Paket erkannt.

M1	ausgefahren						
	eingefahren						
M2	ausgefahren						
	eingefahren						
	Schritt	0	1	2	3	4	1

↑  
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**.



Vergleichen Sie Ihre Lösung anschließend **gewissenhaft und selbstständig** mit der Lösung!

# 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**. 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.

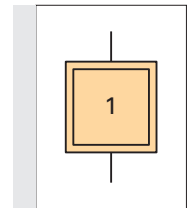


Bild 1: Initialschritt

#### 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 Boolescher 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:

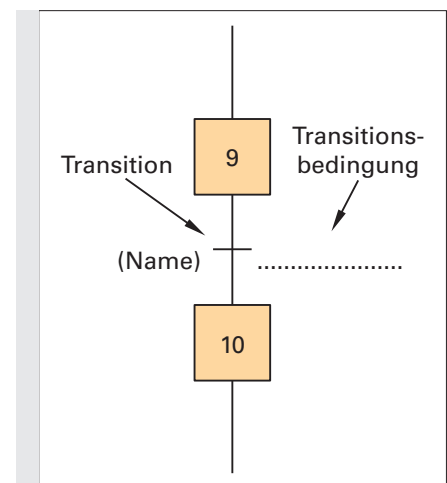


Bild 2: Transition

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).

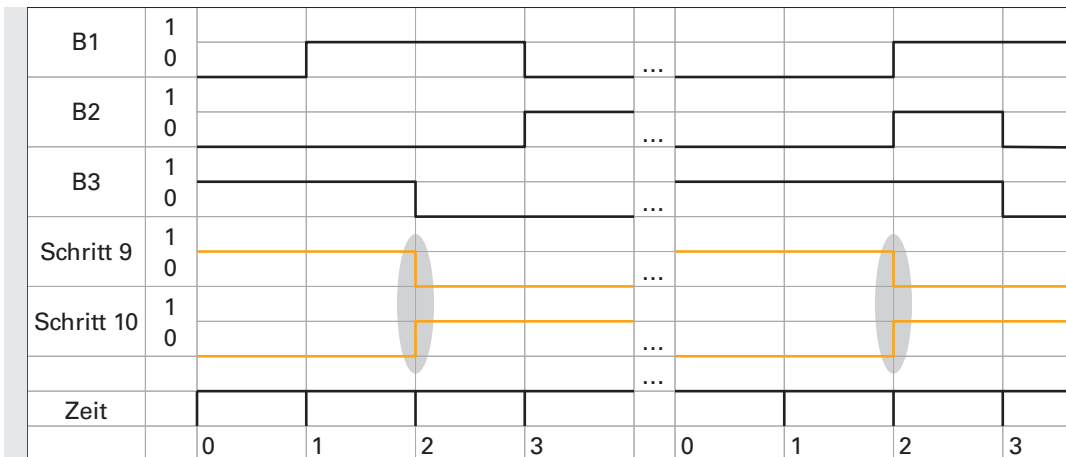


Bild 1: Diagramm zur Veranschaulichung der Funktion des GRAFCET

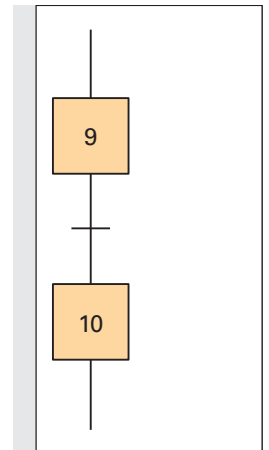


Bild 2: Die Transition im GRAFCET

**Bsp. 2.:** 8 s nach Beginn 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 Alternative Verzweigung“ auf Seite 66.

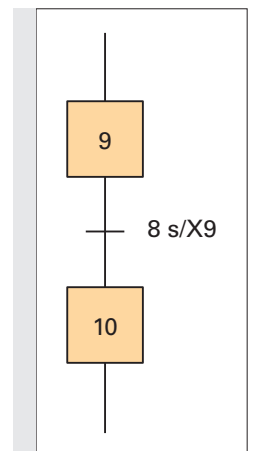


Bild 3: zeitgebundene Transition



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

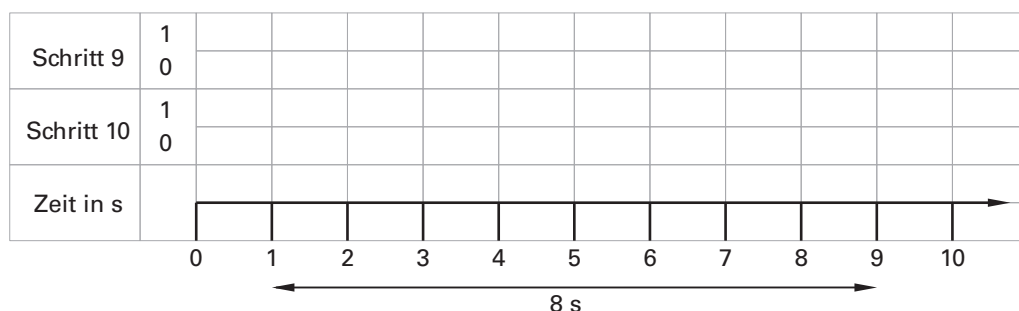


Bild 4: Ablaufdiagramm zur zeitgebundenen Transition aus Bild 3

# 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 in Schritt 10 gesprungen 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 und denken Sie logisch!

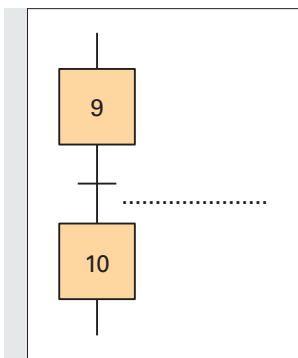


Bild 1: Taster muss 3s lang betätigt bleiben

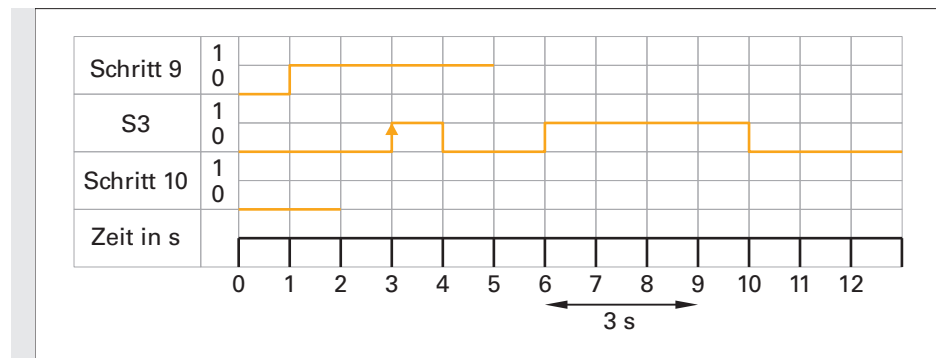


Bild 2: Diagramm zu Beispiel 1

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

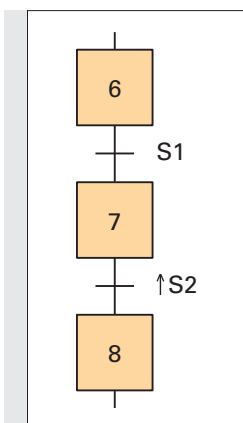


Bild 3: Steigende Flanke als Weichschaltbedingung

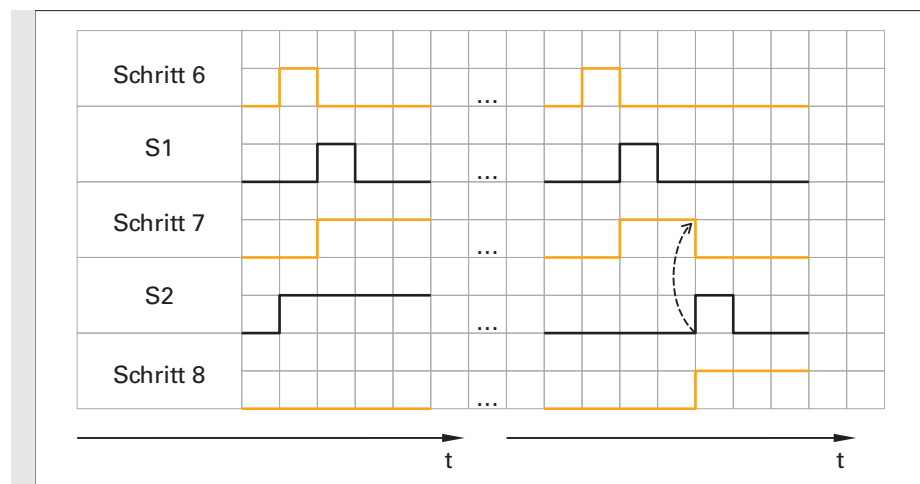


Bild 4: Ablaufdiagramm zu Bild 3

**Bsp. 2:** Von Schritt 7 gelangt man nur in Schritt 8, wenn der Taster S2 eine steigende Flanke liefert.



# 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 3s, bis die eigentliche Transition erfüllt ist. Fällt danach das Sensorsignal wieder auf 0 zurück, so bleibt die Transitionsbedingung für weitere 2s erfüllt.

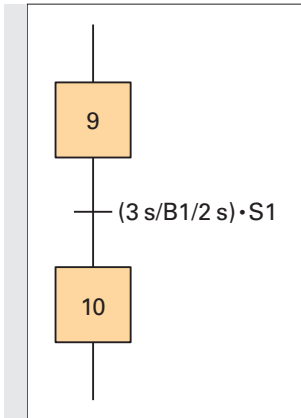


Bild 1: Transition mit zwei Zeitangaben

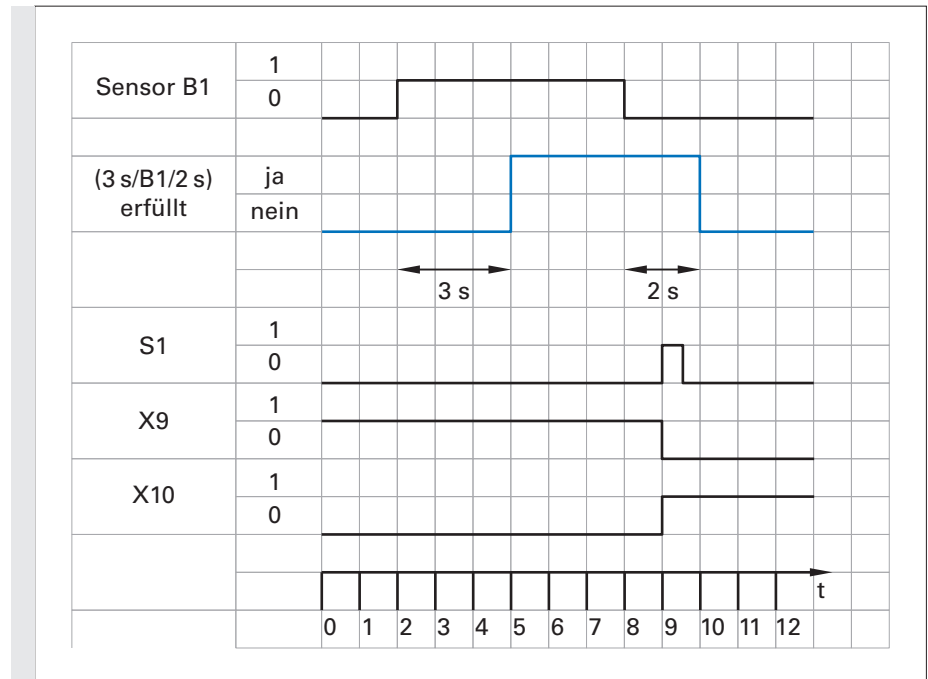


Bild 2: Ablaufdiagramm zu Bild 1

Setzt man für die rechte Zeit 0s 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 in den Schritt 10 zu gelangen.

### ZUSAMMENFASSUNG:

- Der Initialschritt erhält zur Kennzeichnung einen Doppelrahmen.
- Jeder Schritt erhält eine Nummer (oder einen Namen), die eindeutig sein muss und nur einmal innerhalb eines GRAFCET auftauchen darf.
- Ein Schritt wird durch seine Schrittvariable X gekennzeichnet, gefolgt von der Schrittnummer (z.B. X3), oder auch von seinem Namen.
- Um von einem Schritt in den nächsten zu gelangen, muss eine Weberschaltbedingung (Transition) erfüllt sein.
- Die Transition kann aus verschiedenen Einzelbedingungen bestehen, die miteinander logisch verknüpft werden.
- Weberschaltbedingungen können durch Angabe einer Zeit verzögert erfüllt werden.
- Einzelne Weberschaltbedingungen 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:

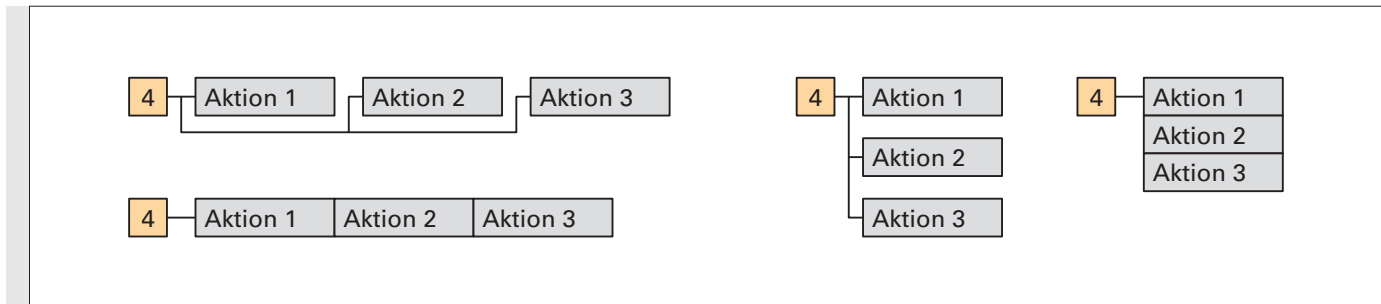


Bild 1: Mehrere Aktionen finden gleichzeitig im Schritt 4 statt.

**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.

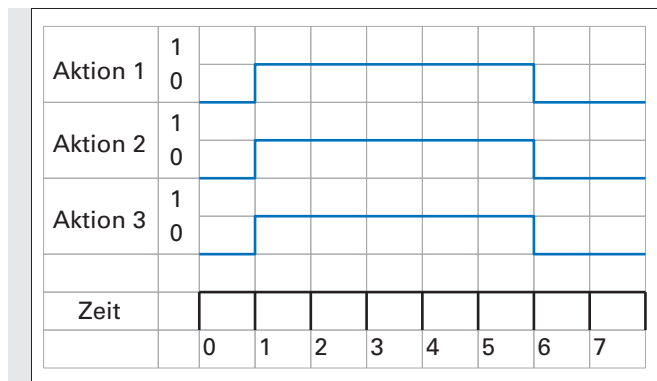


Bild 2: Signalverlauf zu Bild 1

#### 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 besitzt die im Aktionskästchen beschriebene Variable den Wert 1, solange der Schritt selbst aktiv ist.

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

Im Schritt 3 hat die Schützspule den Zustand 0, denn Schritt 3 setzt Schritt 2 zurück. (Grundregel!)

Alle drei gezeigten Beschriftungsarten innerhalb der Aktionskästchen beschreiben das Gleiche. Es sind viele Varianten möglich.

Die Aktion hat hier keine weitere Zusatzbedingung, sie ist in ihrer Funktion also nur an den Schritt gebunden.

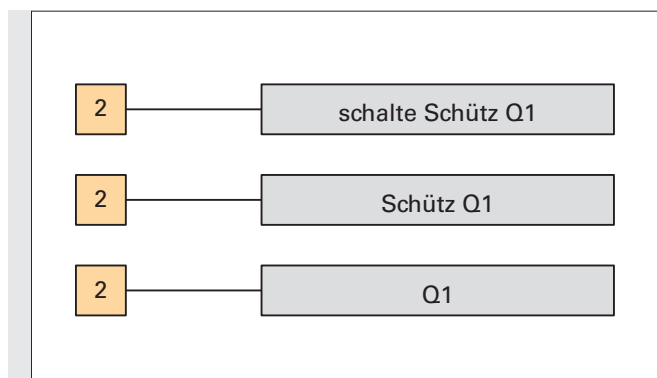


Bild 3: Kontinuierlich wirkende Aktion in verschiedenen Darstellungsarten

# 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.

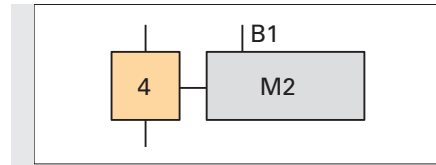


Bild 1: Aktion mit Zuweisung



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.

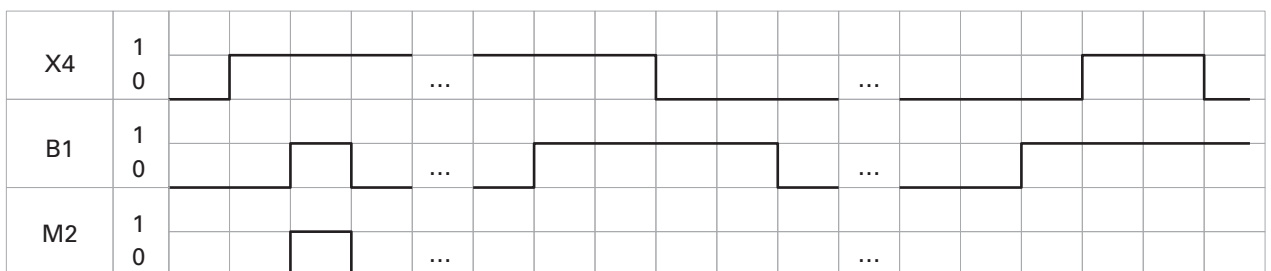


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

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)?

---

---

---

---

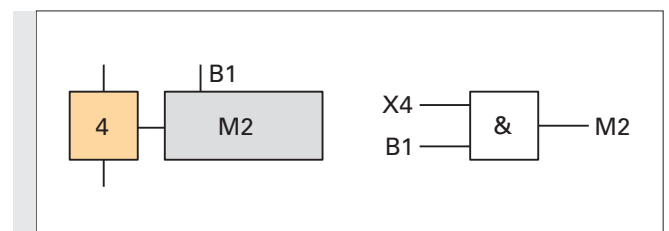


Bild 3: Vergleich von FUP und GRAFCET

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 an späterer Stelle 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 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 13 aktiv**, so wird der **Ventilspule M1** der **Wert 0** zugewiesen. Die Variable M1 behält den Wert 0, bis der Wert der Variablen durch eine andere Aktion überschrieben wird.

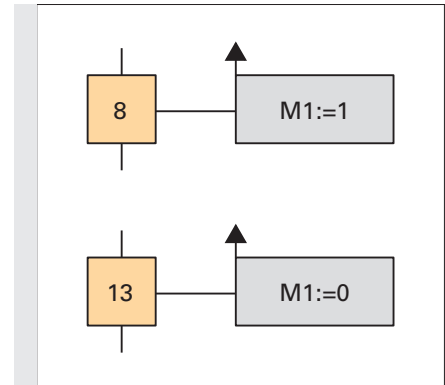


Bild 1: Speichernd wirkende Aktion

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**):

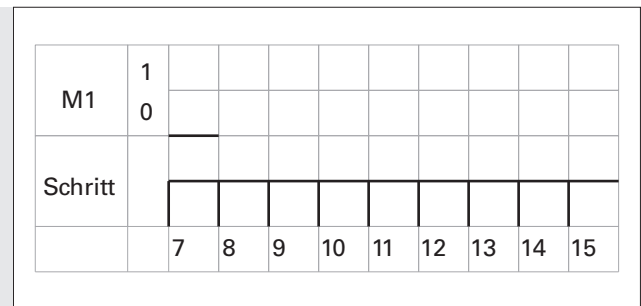


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

### 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 Deaktivierung eines Schrittes.



Ergänzen Sie den Lückentext zur Erklärung der oben stehenden Beispiele:

Wird Schritt 6 aktiv, geschieht \_\_\_\_\_. 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, passiert \_\_\_\_\_.

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.

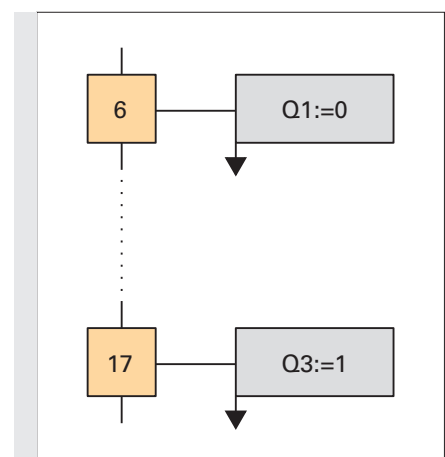


Bild 3: Speichernd wirkende Aktion bei Deaktivierung des Schrittes

# 1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

## 1.3 Aktionen

Um Missverständnissen vorzubeugen, sei hier angemerkt, dass man **bei Deaktivierung** eines Schrittes auch eine **Aktion auf 1** setzen kann, wie das Beispiel „Lampe Stillstand“ zeigt.

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

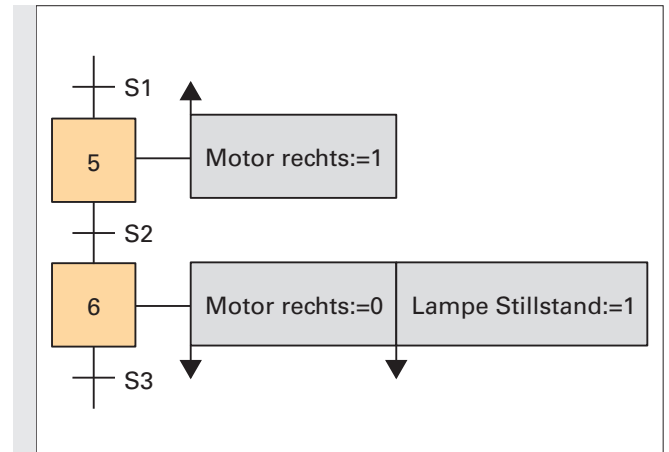


Bild 1: Beim Verlassen des Schrittes 6 wird die Lampe eingeschaltet

### Übungsaufgabe (Bild 2)

#### Funktionsbeschreibung:

In einen Kunststoffwürfel soll der Buchstabe „C“ gefräst werden.

#### Manuell ausgeführte Aktionen:

- Der Würfel wird per Hand vom Mitarbeiter eingelegt.
- Die Fräse (Bohrkopf) wird in Arbeitsposition gebracht (also nach unten gefahren).

#### Automatisierte Aktionen:

1. **Startschritt:** Anzeige der Grundstellung durch Lampe P1.
2. **Schritt 2:** Starttaster S1 wird betätigt. **Zylinder A** fährt aus (angesteuert durch **Spule A\_M1**). Somit wird die erste Nut in negativer x-Richtung gefräst. Der Fräsvorgang wird durch Sensor\_X2 („vordere Endlage erreicht“) beendet.
3. **Schritt 3:** Nun fährt **Zylinder B** aus (angesteuert durch **Spule B\_M1**) und erzeugt somit die Nut in z-Richtung. Der Fräsvorgang wird durch Sensor\_Z2 („vordere Endlage erreicht“) beendet.
4. **Schritt 4:** (Umkehrung von Schritt 2) Zylinder A fährt nun wieder ein. Somit wird die letzte Nut (positive x-Richtung) gefräst. Der Fräsvorgang wird durch Sensor\_X1 („hintere Endlage erreicht“) beendet.
5. **Schritt 5:** Die Fräse fährt nach oben, da alle Nuten gefräst wurden. Gleichzeitig fährt Zylinder B ein, der Sensor\_Z1 („hintere Endlage erreicht“) beendet diese Bewegung. Somit befindet sich der Fräskopf wieder in seiner Startposition.

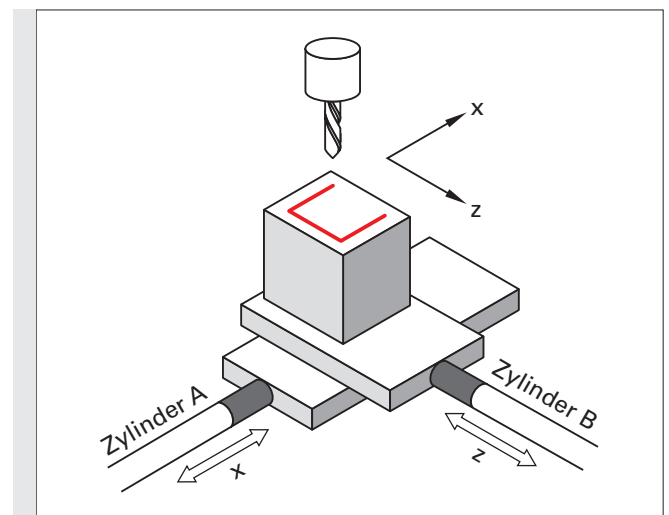


Bild 2: Nutfräse für Kunststoffwürfel

Es wurden hier also für Zylinder A und B **Ventile mit Federrückstellung** verwendet.

Nun wird der nächste Würfel eingelegt. Der Vorgang kann von vorne beginnen.

Nebenstehendes Diagramm (**Bild 3**) veranschaulicht den Steuerungsablauf.

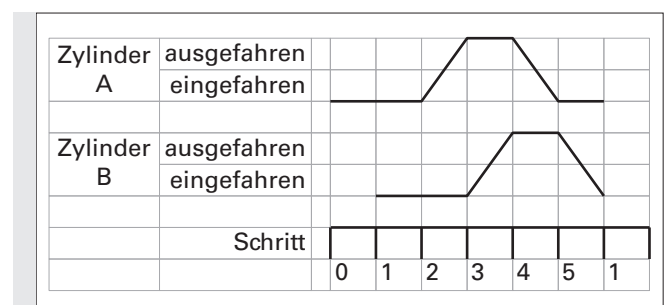


Bild 3: Ablaufdiagramm zu Bild 2

# 1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

## 1.3 Aktionen



Vervollständigen Sie den GRAFCET in **Bild 1** entsprechend der Aufgabenstellung.

Verwenden Sie **nur speichernd wirkende Aktionen**.

Aktionen, die **manuell** (Bohrer) erledigt werden, müssen Sie im GRAFCET **nicht** berücksichtigen.

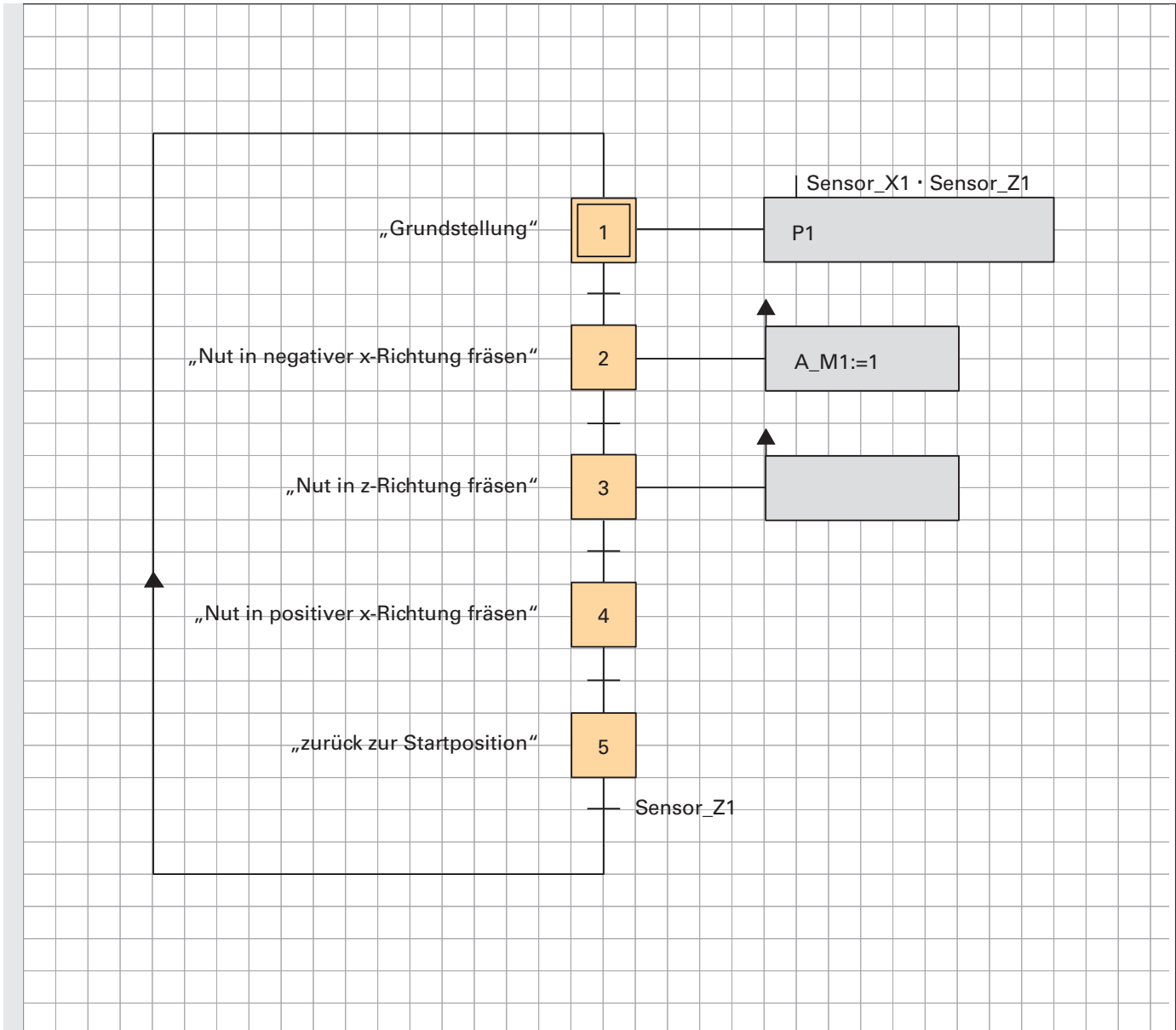


Bild 1: GRAFCET, nur mit speichernd wirkenden Aktionen

Meist hat der Ersteller des GRAFCET die freie Wahl, ob er die Aktion speichernd wirkend oder kontinuierlich wirkend darstellt. Deshalb sollen Sie nun versuchen, die Funktion des eben erstellten GRAFCET ohne speichernd wirkende Aktionen zu realisieren.

# 1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

## 1.3 Aktionen



Vervollständigen Sie den GRAFCET entsprechend der Aufgabenstellung. Verwenden Sie jetzt aber **nur kontinuierlich** wirkende Aktionen. Aktionen, die **manuell** (Bohrer) erledigt werden, müssen Sie im GRAFCET nicht berücksichtigen.

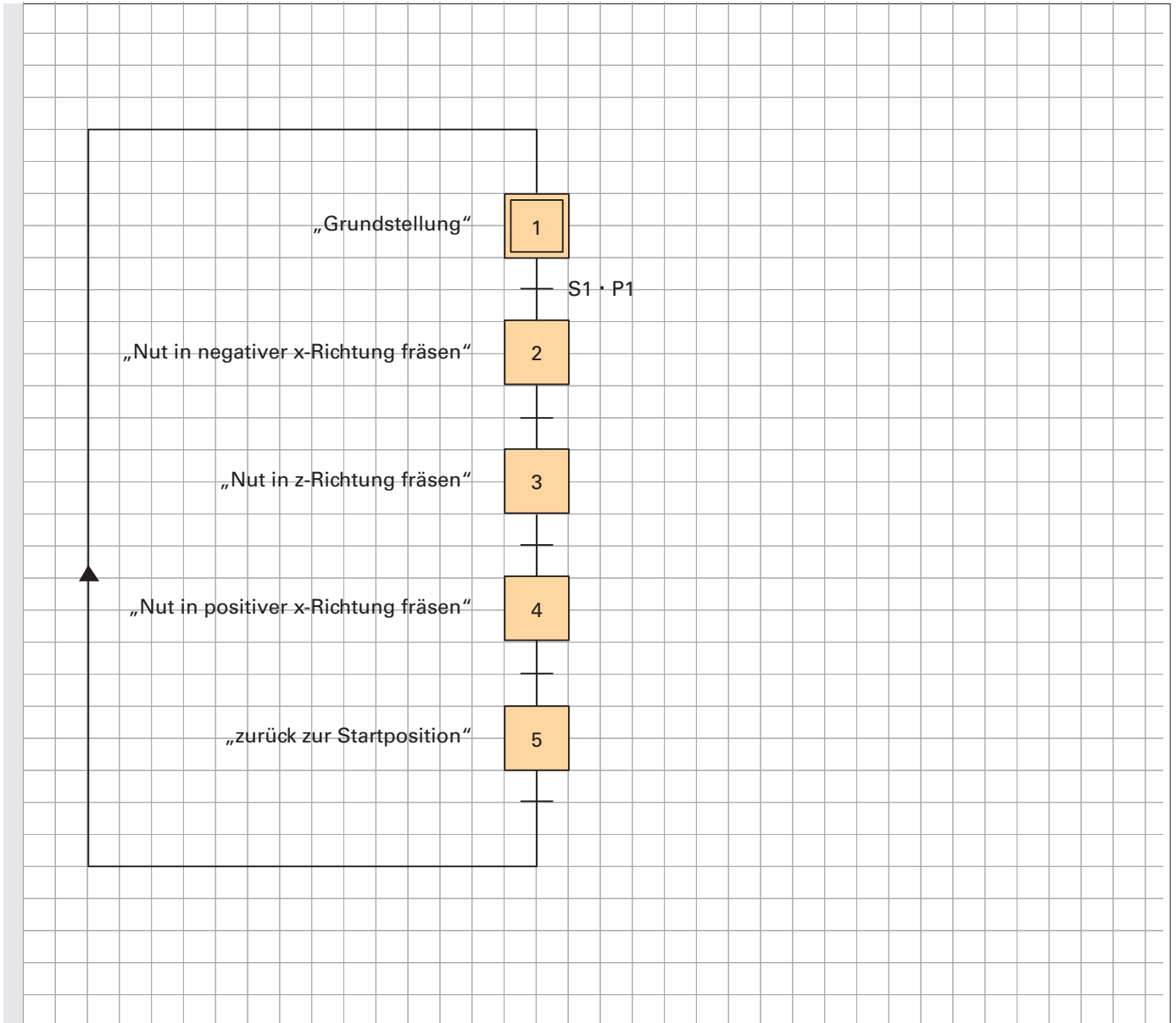


Bild 1: GRAFCET, nur mit kontinuierlich wirkenden Aktionen

Wenn man beide GRAFCET-Varianten vergleicht, stellt man u. a. fest, dass nun an Schritt 5 keine Aktion mehr gebunden ist. Ein Rücksetzen des Zylinders B ist nicht notwendig, da die Aktion „Zylinder B ausfahren“ mit Verlassen des Schritts 4 automatisch beendet wird.

Welcher GRAFCET nun besser oder schlechter ist, soll an dieser Stelle nicht diskutiert werden. Für den reinen Steuerungsablauf ist es gleichgültig, welche Variante gewählt wird.

Soll der GRAFCET später in ein ablauffähiges SPS Programm umgesetzt werden, ist eine Darstellung mit kontinuierlich wirkenden Aktionen evtl. die bessere Wahl. Jedoch lässt sich der GRAFCET mit speichernd wirkenden Aktionen auch problemlos in ein ablauffähiges SPS Programm umsetzen.

Wie diese Umsetzung erfolgt, wird später noch gezeigt.

# 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 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.

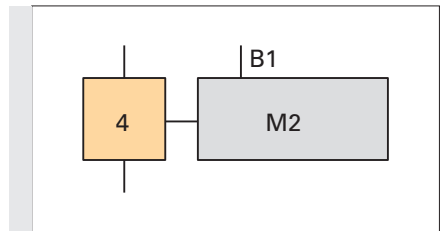


Bild 1: Kontinuierlich wirkende Aktionen mit Zuweisung

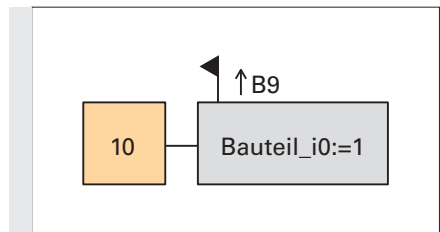


Bild 2: Speichernd wirkende Aktionen mit Zuweisung (steigende Flanke)



Ergänzen Sie das Diagramm um den Verlauf der Variablen „Bauteil\_iO“:

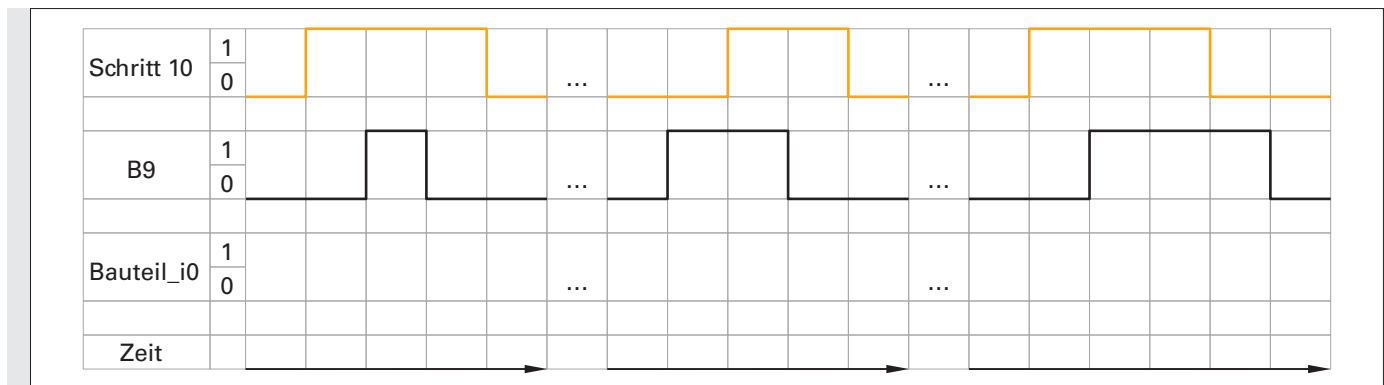


Bild 3: Signalverlauf zu Bild 2



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

Ergänzen Sie den GRAFCET in **Bild 5**, damit die Variable „Bauteil\_iO“ 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).

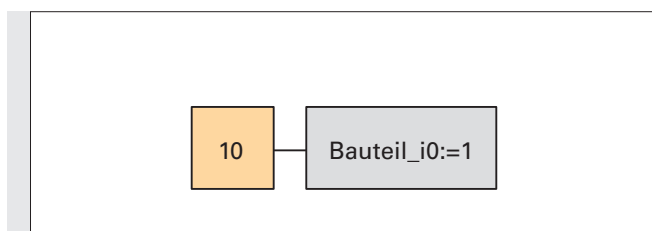


Bild 4: Speichernd wirkende Aktion bei fallender Flanke

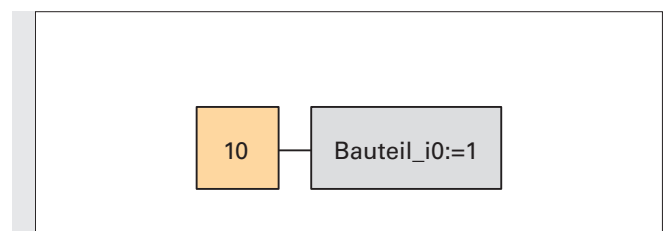


Bild 5: Speichernd wirkende Aktion bei steigender Flanke und aktivem Schritt



# 1 Die GRAFCET-Grundlagen im Selbststudium

## 1.3 Aktionen

### 1.3.7 Aktionen und Zeiten

#### Kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

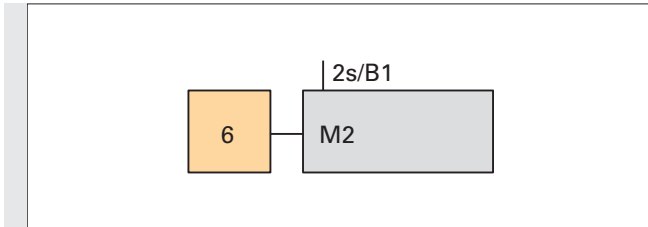


Bild 1: kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

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**.

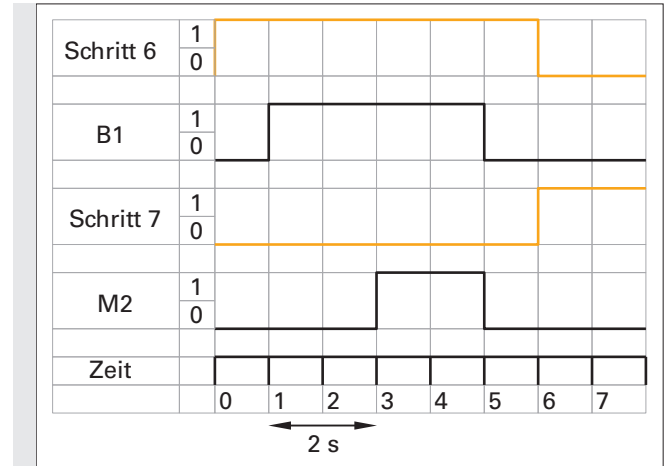


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

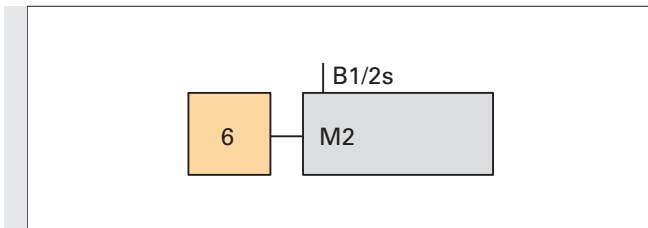


Bild 3: kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

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).

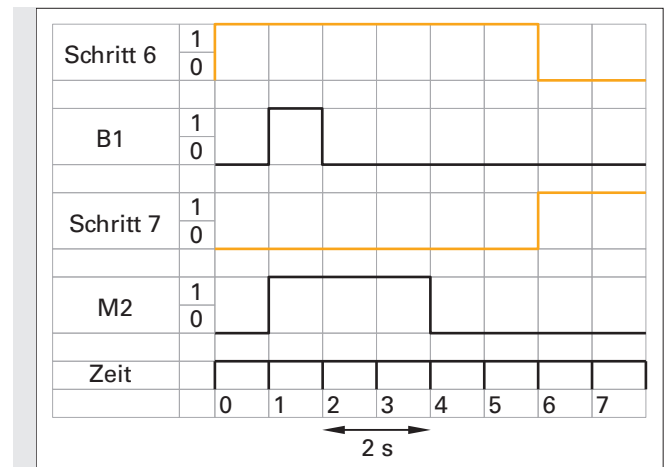


Bild 4: Diagramm zu Bild 3



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 2s aktiv sein, damit die Zuweisungsbedingung erfüllt ist.

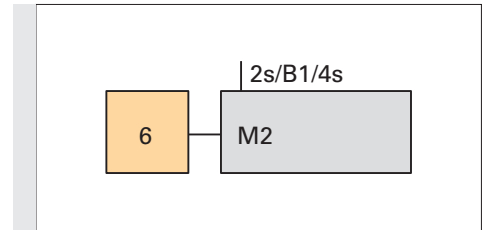


Bild 1: kontinuierlich wirkende Aktion mit zeitabhängiger Zuweisungsbedingung

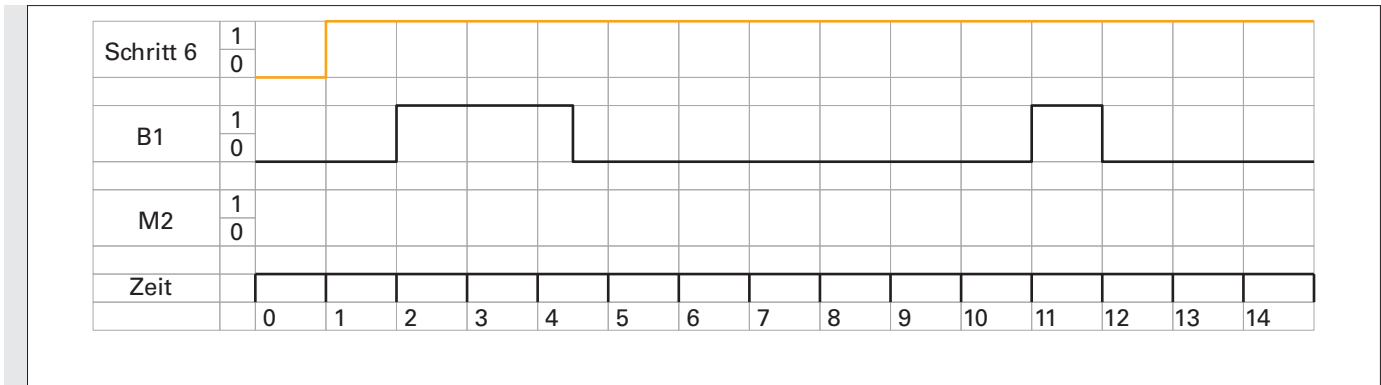


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

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 2s vergangen sind. Die Aktion ist mit dem Verlassen des Schrittes beendet.

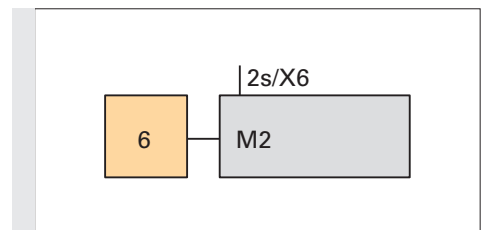


Bild 3: Schritt als Zuweisungsbedingung

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

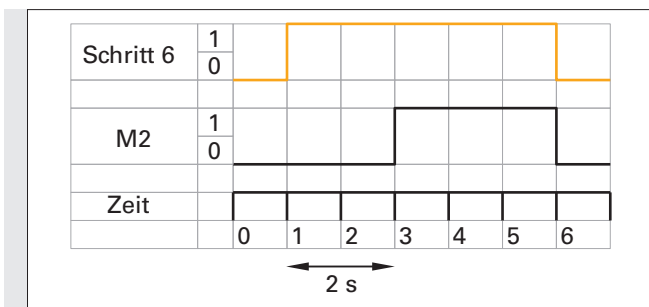


Bild 4: Diagramm zu Bild 3

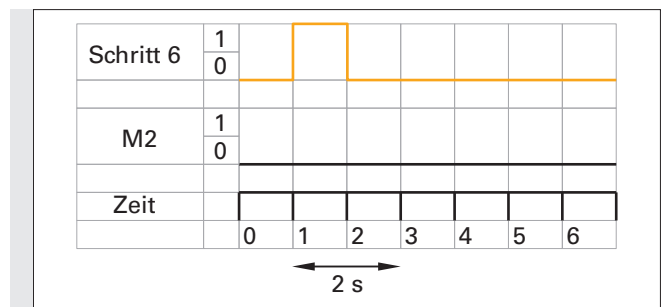


Bild 5: Diagramm zu Bild 3

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

Der GRAFCET im **Bild 6** erfüllt jedoch diese Funktion: 2s nachdem Schritt 25 aktiv wurde, wird die Aktion M2 speichernd auf 1 gesetzt. Der Schritt 25 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.

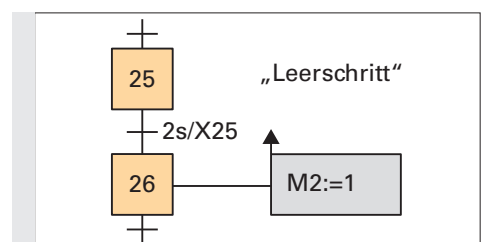


Bild 6: X25 als Leerschritt

# 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 eine speichernd wirkende Aktion.

Die Zeit, welche links von der zeitabhängigen Zuweisungsbedingung steht, startet mit der steigenden Flanke der Bedingung. 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 2s den Wert 1.

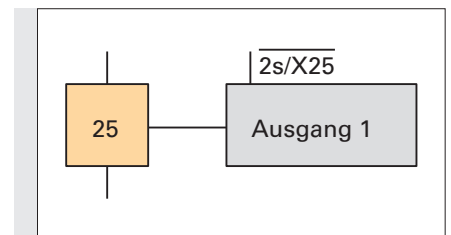


Bild 1: Zeitbegrenzte Aktion

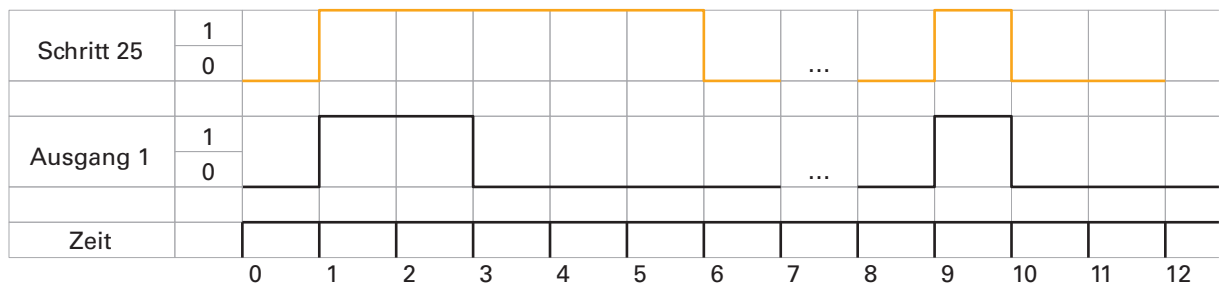


Bild 2: Diagramm zu Bild 1



Erklären Sie, was mit der Aktion „Ausgang 1“ geschieht, wenn der Schritt verlassen 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:

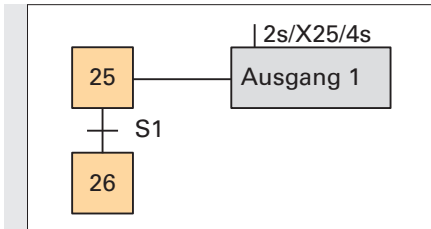


Bild 1: Nicht normgerechte Darstellung

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

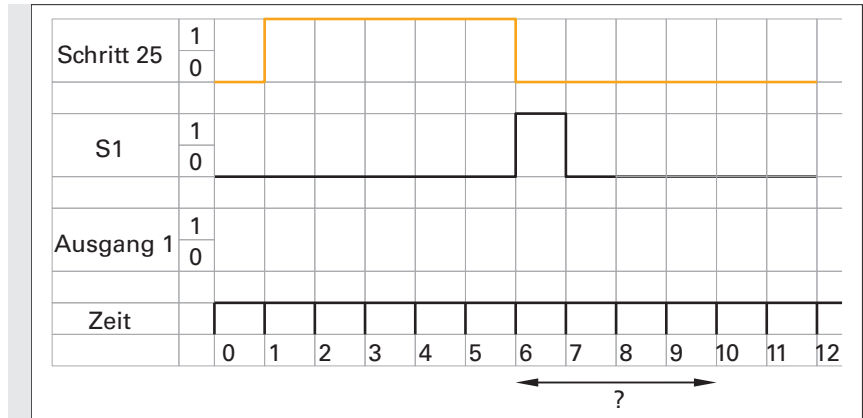


Bild 2: Diagramm zu Bild 1

1. Darf eine nicht gespeicherte Aktion länger aktiv sein als der zugehörige Schritt?
2. In welchem Zeitbereich wird diese Regel im obigen Diagramm verletzt?
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“:

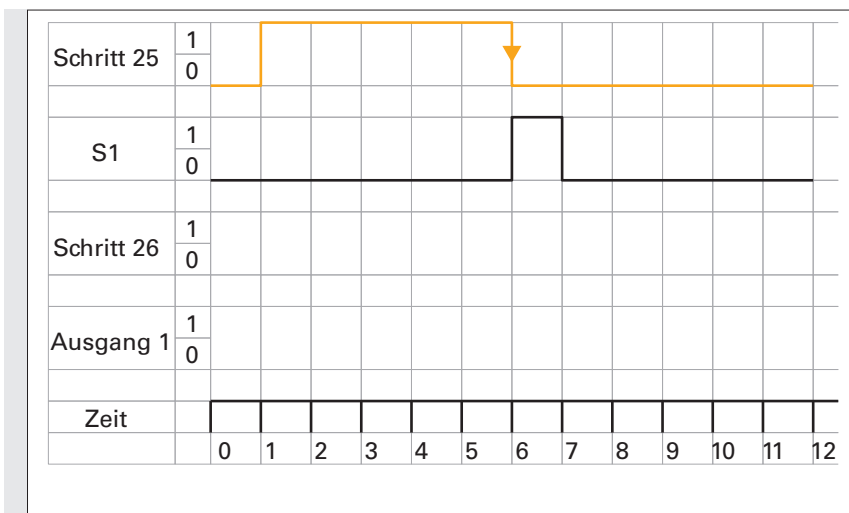


Bild 3: Diagramm

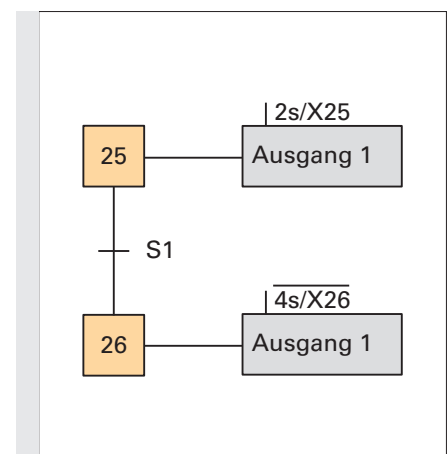


Bild 4: Ausschaltverzögerung nach Verlassen des Schrittes 25