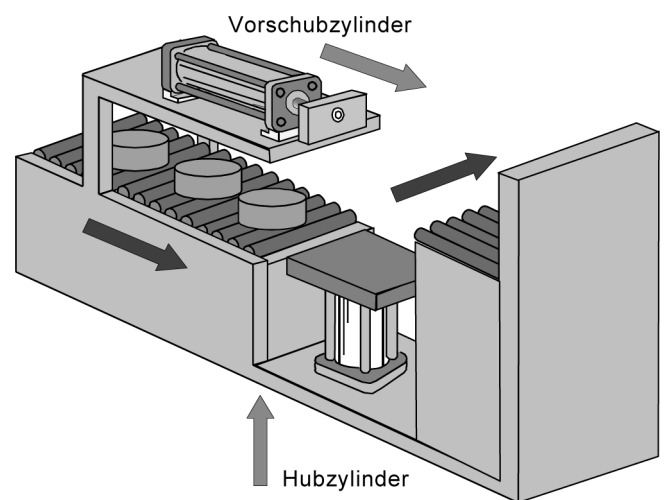
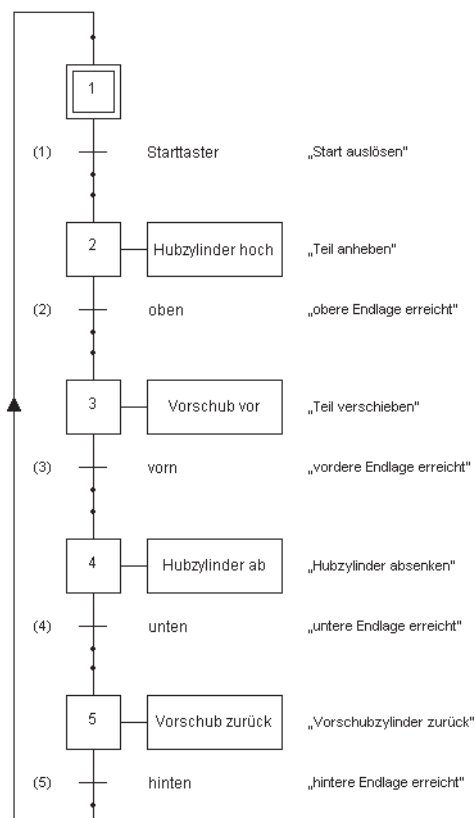


Matthias Römer

# GRAF CET Einführung



Die neue Norm GRAFCET .....	3
1. Schritte und Transitionen.....	4
2. Aktionen .....	6
3. Zeitfunktionen.....	10
4. Verzweigungen.....	15
5. Strukturierung.....	17
6. Beispiel Mischanlage.....	21
7. Übungen.....	28
8. Lösungen.....	37

## Die neue Norm GRAFCET

Der Begriff GRAFCET ist aus der französischen Sprache abgeleitet und ist die Abkürzung für **G**raphe **F**onctionnel de **C**ommande **E**tape **T**ransition. Damit wird die Darstellung der Steuerungsfunktion mit Schritten und Weberschaltbedingungen bezeichnet.

Die Symbole und Regeln für den GRAFCET sind in der Norm EN 60848:2002 festgelegt. Mit der Einführung der GRAFCET-Norm wird gleichzeitig die Norm für den Funktionsplan nach DIN 40719, Teil 6 aus dem Jahr 1992 ungültig. Am 31. März 2005 endete die Übergangsfrist, während der beide Normen angewendet werden durften.

Im Bild ist ein Beispiel für den jetzt veralteten Funktionsplan dargestellt.

Der GRAFCET findet vor allem bei Ablaufsteuerungen Verwendung. Grundsätzlich wird dabei ein Ablauf in Schritte und Transitionen unterteilt, wobei sich Schritte und Transitionen abwechseln. Die Schritte und Transitionen werden durch Wirkverbindungen miteinander verbunden.

An die Schritte sind Aktionen angefügt. Die Aktionen werden ausgeführt, wenn der zugehörige Schritt aktiv ist.

Die Beispiele wurden überwiegend mit der Simulationssoftware OFT erzeugt und teilweise für den Druck nachbearbeitet.

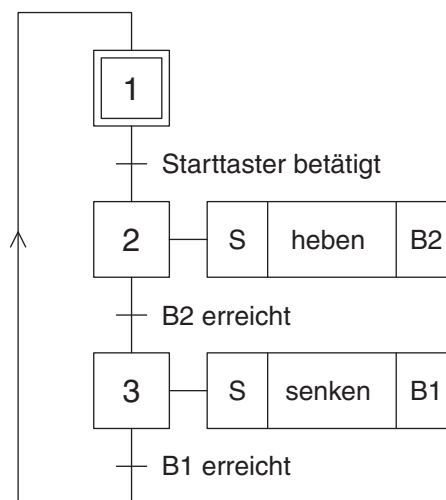


Bild 1: Funktionsplan

# 1. Schritte und Transitionen

Die Struktur eines GRAFCET-Planes wird durch Schritte und Transitionen dargestellt.

Der Ablauf einer Steuerung wird dabei in einzelne Schritte unterteilt. Diese Schritte werden im GRAFCET als Kästchen gezeichnet. Vorzugsweise ist dafür ein Quadrat zu verwenden. Die genauen Abmessungen sind jedoch nicht genormt.

Die Schritte werden mit einer alphanumerischen Bezeichnung versehen, die im oberen Teil des Schrittes zentriert angeordnet ist. Neben der Bezeichnung mit Ziffern sind also auch Schrittbezeichnungen wie beispielsweise „5C“ möglich.

In einem linearen Ablauf ist nur ein Schritt aktiv. Der Schritt, der zu einem bestimmten Zeitpunkt aktiv ist, kann durch einen Punkt im unteren Teil des Kästchens markiert

werden. Dieser Punkt ist jedoch kein Bestandteil des Symbols und soll nur zur Kennzeichnung dienen.

Schritte sind entweder aktiv oder inaktiv. Dieser Zustand wird durch die logischen Werte „1“ und „0“ oder „TRUE“ und „FALSE“ gekennzeichnet. Der Name dieser booleschen Variable wird aus dem Buchstaben „X“ und der Bezeichnung des Schrittes gebildet. Der Schritt mit der Bezeichnung „6“ hat somit die Schrittvariable „X6“.

Die Schrittvariablen können benutzt werden, um den Zustand eines Schrittes abzufragen.

Ein besonderer Schritt ist der Anfangsschritt. Dieser muss in jedem Ablauf einmal vorhanden sein. Beim Start eines Ablaufes ist dieser Schritt der erste Schritt, der aktiv ist.

Der Anfangsschritt wird durch einen doppelten Rahmen dargestellt.

Während des Ablaufes werden die Schritte von oben nach unten aktiviert. Somit befindet sich der Anfangsschritt immer oben.

Zwei Schritte dürfen nicht direkt miteinander verbunden sein. Es muss immer eine Transition zwischen zwei Schritten eingefügt sein. Es darf aber auch nur eine einzige Transition zwischen zwei Schritten vorhanden sein.

Die Transition wird durch einen kurzen Querstrich in der senkrechten Verbindungslinie zwischen den Schritten dargestellt. Transitionen dürfen auch auf waagerechten Verbindungslinien angeordnet werden. Dies kann beispielsweise bei einem Rücksprung vorkommen.



Anfangsschritt



Schritt (aktiv)



Schritt mit der Schrittvariablen X6

Bild 2: Schritte

Eine Transition wird freigegeben und damit aktiv, wenn der unmittelbar davor liegende Schritt aktiv ist. Rechts neben die Transition wird die Transitionsbedingung geschrieben. Die Transition hat solange den booleschen Wert „0“, bis die Transitionsbedingung erfüllt ist.

Ist die Transitionsbedingung erfüllt, so wird die Transition ausgelöst. Der boolesche Wert der Transition wird „1“ und der auf die Transition folgende Schritt wird aktiviert. Gleichzeitig wird der vorangegangene Schritt deaktiviert.

Da durch die Transition ein Weichschalten der Schritte erfolgt, wird die Transitionsbedingung auch als Weichschaltbedingung bezeichnet.

Ein Weichschalten erfolgt aber nur, wenn der Schritt vor der Transition aktiv ist und die Transitionsbedingung erfüllt ist. Ist eine Transitionsbedingung erfüllt, ohne dass

der vorangegangene Schritt aktiv ist, erfolgt keine Aktivierung des folgenden Schrittes.

Links neben die Transition kann ein Transitionsname angeordnet werden. Um Verwechslungen mit der Transitionsbedingung zu vermeiden, wird der Name in Klammern gesetzt.

Die Transitionsbedingungen können als Text oder als boolesche Ausdrücke dargestellt werden. Die Verknüpfung von mehreren booleschen Variablen erfolgt vor allem durch die logischen Verknüpfungen „UND“, „ODER“ und „NICHT“.

Die UND-Verknüpfung kann durch einen Punkt und die ODER-Verknüpfung durch ein Plus symbolisiert werden. „NICHT“ wird durch einen Strich über dem Text dargestellt.

Bei der Transitionsbedingung kann es sich aber auch um eine Aussage handeln, die auf „TRUE“ oder „FALSE“ überprüft wird. Dieser Ausdruck ist durch eckige Klammern zu begrenzen.

Rechts neben die Transitionsbedingung kann noch ein Kommentar hinzugefügt werden. Zur Kennzeichnung des Kommentars wird dieser in Anführungszeichen gesetzt.

Die Schritte und Transitionen werden durch Wirkverbindungen miteinander verknüpft. Dabei gilt, dass die Wirkverbindungen im allgemeinen von oben nach unten verlaufen. Bei Wirkverbindungen, die von unten nach oben verlaufen, muss die Richtung durch einen Pfeil dargestellt werden. Dies ist beispielsweise bei Rückführungen zu vorangegangenen Schritten der Fall.

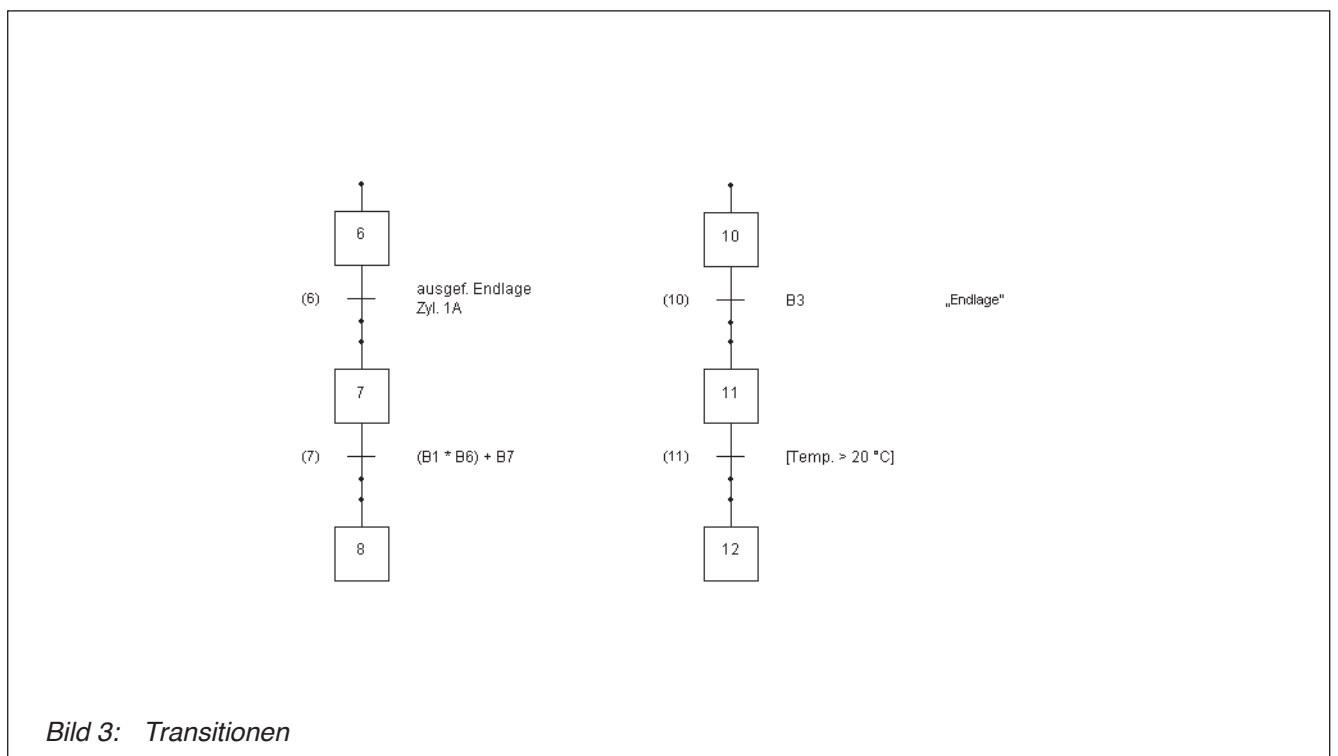


Bild 3: Transitionen

## 2. Aktionen

Die Aktionen bilden den Wirkungsteil des GRAFCET-Planes. Sie werden rechts neben den Schritten angeordnet. Es wird empfohlen, ein Rechteck mit der gleichen Höhe wie das Quadrat des Schrittes zu verwenden.

In das Rechteck wird die Zuweisungskennzeichnung für einen Ausgang eingetragen. Dabei kann es sich auch um einen Text in Befehlsform handeln. Die Aktion wird ausgeführt, wenn der zugehörige Schritt aktiv ist.

Rechts neben dem Rechteck kann ein Kommentar angeordnet werden. Wie bei dem Kommentar einer Transition wird dieser Text durch Anführungszeichen gekennzeichnet.

Es können mehrere Aktionen an einen Schritt angefügt sein. Diese können nebeneinander oder untereinander angeordnet werden.

Durch die Reihenfolge wird keine zeitliche Reihenfolge der Abarbeitung festgelegt.

Grundsätzlich werden Aktionen unterschieden in kontinuierlich wirkende Aktionen und gespeichert wirkenden Aktionen. Dabei kennzeichnet ein Rechteck ohne weitere Symbole eine kontinuierlich wirkende Aktion.

Kontinuierlich wirkende Aktionen wirken eine bestimmte Zeit lang. Allgemein sind sie so lange aktiv, wie der dazugehörige Schritt aktiv ist. Dies bedeutet beispielsweise, dass eine Magnetspule solange eingeschaltet ist, wie der Schritt der Aktion aktiv ist.

Kontinuierlich wirkende Aktionen können mit einer Zuweisungsbedingung versehen sein. Dies wird durch einen kurzen senkrechten Strich links oben am Rechteck symbolisiert.

Somit ist die Ausgangsvariable dieser kontinuierlich wirkenden Aktion nur solange „TRUE“, wie der dazugehörige Schritt aktiv ist „UND“ auch die Zuweisungsbedingung „TRUE“ ist.

Die kontinuierlich wirkenden Aktionen können beispielsweise genutzt werden um Impulsventile anzusteuern. Diese Ventile behalten Ihre Schaltstellung auch dann bei, wenn an der Magnetspule kein Signal anliegt.

Für die Ansteuerung von federrückgestellten Ventilen, die über die Dauer von mehreren Schritten umgeschaltet bleiben sollen, ist das Speichern einer Information erforderlich. Dies erfolgt mit gespeichert wirkenden Aktionen.

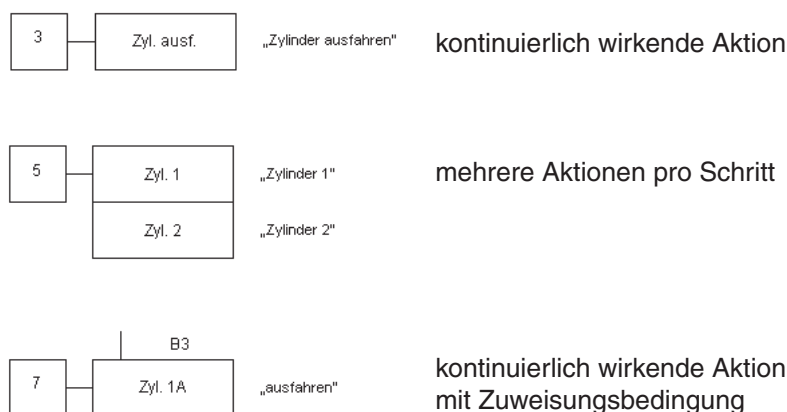


Bild 4: Aktionen

Gespeichert wirkende Aktionen weisen einer Variable einen bestimmten Wert zu, wenn diese Aktion aktiv ist. Das Symbol für die Zuweisung besteht aus einem Doppelpunkt, gefolgt von einem Gleichheitszeichen „:=“.

Soll beispielsweise eine Magnetspule mit der Bezeichnung „1M1“ eingeschaltet werden, so muss ihr der Wert „1“ zugewiesen werden. In der Aktion steht somit der Text „1M1 := 1“. Durch Zuweisen des Wertes „0“ kann die Magnetspule wieder abgeschaltet werden.

Das Symbol der gespeichert wirkenden Aktion muss gegenüber der kontinuierlich wirkenden Aktion um weitere Bestandteile ergänzt werden.

Eine gespeichert wirkende Aktion, die ausgeführt wird wenn sie aktiviert wird, erhält an der oberen linken Ecke des Rechteckes einen nach oben gerichteten Pfeil. Diese Aktion wird als Aktion bei Aktivierung bezeichnet.

Erfolgt die Durchführung der gespeichert wirkenden Aktion bei deren Deaktivierung, so wird dies durch einen nach unten gerichteten Pfeil symbolisiert, der an der unteren linken Ecke des Rechteckes angebracht ist.

Vergleichbar der Zuweisungsbedingung bei kontinuierlich wirkenden Aktionen gibt es bei den gespeichert wirkenden Aktionen die Aktion bei Ereignis. Dargestellt wird dies durch einen nach links gerichteten Pfeil am linken oberen Teil des Rechteckes.

Die Aktion bei Ereignis wird ausgeführt, wenn der dazugehörige Schritt aktiv ist und gleichzeitig das entsprechende Ereignis eintritt.

Eine weitere gespeichert wirkende Aktion ist die Aktion bei Auslösung. Diese wird durch ein Rechteck dargestellt und durch eine schräge Linie mit einer Transition verbunden.

Die Aktion bei Auslösung wird ausgeführt, wenn die dazugehörige Transition ausgelöst wird.

Die Aktionen bei Aktivierung oder Deaktivierung, bei Ereignis oder Auslösung sind immer gespeichert wirkende Aktionen und keine kontinuierlich wirkende Aktionen.

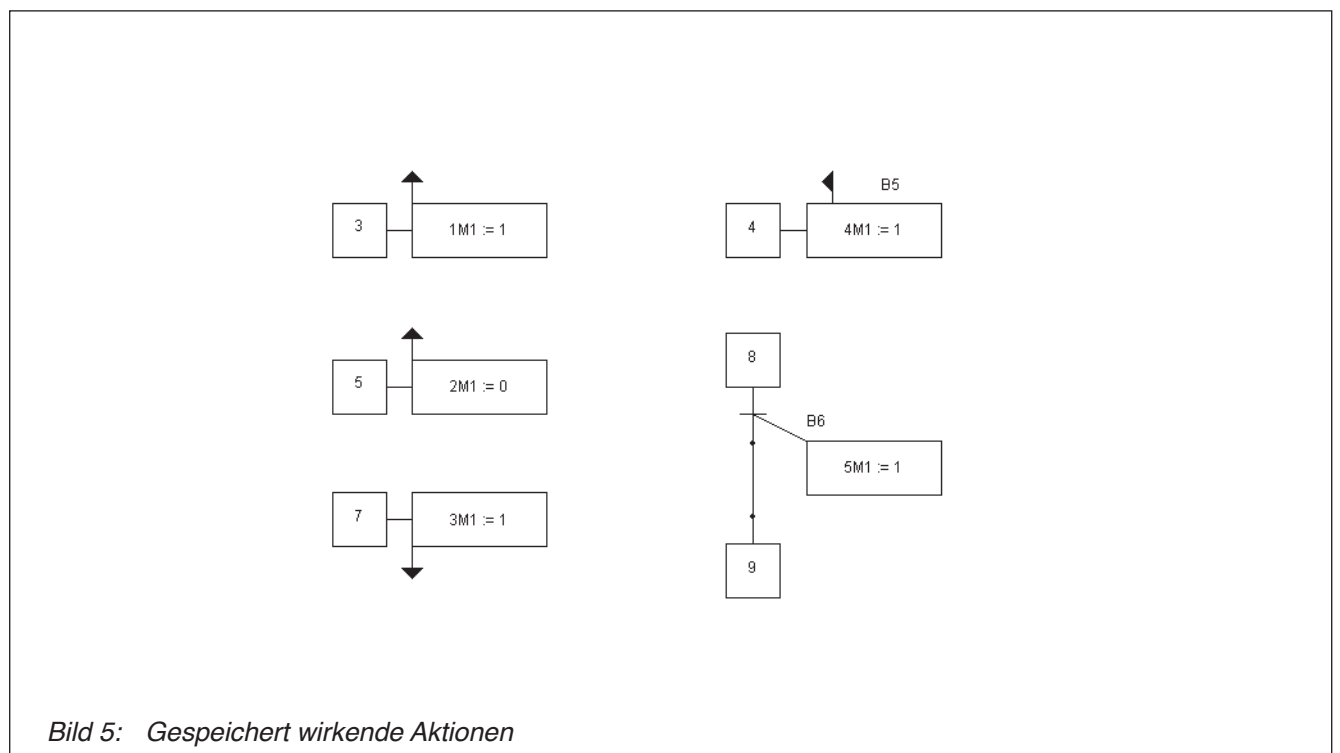


Bild 5: Gespeichert wirkende Aktionen