

GRAFCET – Grundsätzliches zum Verständnis

Wer ist schuld an GRAFCET?

Stand: 02/2008
Autoren: Gerhard Schmidt

© Festo Didactic GmbH & Co. KG, 73770 Denkendorf, 2008
Internet: www.festo-didactic.com
E-Mail: did@de.festo.com

Weitergabe sowie Vervielfältigung dieses Dokuments, Verwertung und Mitteilung seines Inhalts verboten, soweit nicht ausdrücklich gestattet. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadenersatz. Alle Rechte vorbehalten, insbesondere das Recht, Patent-, Gebrauchsmuster- oder Geschmacksmusteranmeldungen durchzuführen.

Hinweis

Soweit in dieser Broschüre nur von Lehrer, Schüler etc. die Rede ist, sind selbstverständlich auch Lehrerinnen, Schülerinnen etc. gemeint. Die Verwendung nur einer Geschlechtsform soll keine geschlechtsspezifische Benachteiligung sein, sondern dient nur der besseren Lesbarkeit und dem besseren Verständnis der Formulierungen.

GRAF CET – Grundsätzliches zum Verständnis

Die Ur-Frage lautet: „Wer ist schuld an GRAF CET?“

Nun, sicherlich nicht Festo Didactic, selbst wenn dies ab und zu behauptet wird. Auch nicht die PAL, welche GRAF CET 2007/2008 zum Prüfungsinhalt in den mechatronischen Berufen machte.

GRAF CET (DIN EN 60848) wurde von einem internationalen Normenausschuss erstellt. Die Vorgaben für die Norm kamen aus der Industrie. Vorgaben bedeuten: „Was muss die Norm können? Was will und kann ich damit machen?“ Im Fall von GRAF CET heißt das: Funktionspläne von Ablaufsteuerungen spezifizieren; sprich: Erstellen und dokumentieren. Und zwar mit allen Funktionen, die eine moderne Industrieanlage aus den Bereichen Automatisierungstechnik und (!) Verfahrenstechnik erfordert. Zu erwähnen sind in diesem Zusammenhang alle erdenklichen Betriebsarten. Dieses – nicht mehr, aber auch nicht weniger – sind die Anforderungen an GRAF CET. Der Zwang GRAF CET zu erarbeiten entstand aus der Tatsache, dass die Vorgängernorm „DIN 40719-6 Funktionsplan“ keinerlei Möglichkeiten enthielt, um Betriebsarten darzustellen. Die Abläufe in den einzelnen Betriebsarten konnte der Funktionsplan in ähnlicher Form auch darstellen, nur eben nicht das Zusammenspiel. Weiterhin ist Deutschland nicht allein in Europa, d. h. eine überarbeitete Norm macht erst recht Sinn, wenn diese in allen europäischen Staaten gültig ist. Noch besser wäre es gewesen, wenn GRAF CET von Anfang an als weltweit gültige DIN ISO entstanden wäre. Aber als europäische DIN EN war es der konsequente Schritt in die richtige Richtung. Die Betriebsarten und die Internationalisierung waren somit der zwingende Grund zur Einführung von GRAF CET.

■ Die nächste Frage, die sich stellt, ist

„Warum erstelle ich überhaupt eine Ablaufbeschreibung als GRAF CET? Wem nützt diese?“

Die Antwort ist recht einfach: Der Konstrukteur beschreibt damit die Funktion seiner geplanten Maschine oder seines geplanten Prozesses. Der Steuerungsbauer, dazu gehört auch der SPS-Programmierer, realisiert die automatisierungstechnischen Vorgaben des Konstrukteurs, welches er exakt einzuhalten hat. Der Schaltplan, bzw. das SPS-Programm ist somit eine 1:1-Umsetzung des GRAF CET. Der GRAF CET hat aber an dieser Stelle noch lange nicht ausgedient! Er ist im Falle einer Störung eines der wichtigsten Hilfsmittel des Instandhalters. Allerdings nur, wenn GRAF CET und Schaltplan/Programm zusammenpassen. Alles andere wäre reine Verschwendung von Zeit und Papier.

All diesen Gründen stehen heute die Ausbilder, Lehrer und Professoren gegenüber, welche GRAF CET ihren Auszubildenden, Schülern und Studenten vermitteln sollen. Der erste Knackpunkt ist bereits, dass vielen die genannten Gründe zur GRAF CET-Einführung gar nicht bekannt sind (oder besser „waren“). Der zweite Knackpunkt ist die begrenzte Zeit, die für Ablaufsteuerungen zur Verfügung steht. In vielen Ausbildungsberufen sind es maximal 80 Stunden für Theorie und Praxis, in manchen noch weniger. Wie weit kommt man aber in 80 Stunden? Über einen linearen Ablauf mit 5 – 6 Schritten kommen nur die Wenigsten hinaus. Betriebsarten? Vielleicht können sie erwähnt werden, aber planen und in die Praxis umsetzen? Keine Chance! Also bleiben die Funktionen, weswegen GRAF CET von der Industrie überhaupt eingeführt wurde, in der Ausbildung unberücksichtigt. Und damit ist die Frage „Warum GRAF CET überhaupt?“ völlig verständlich. Aber, erinnern wir uns an die Jahre 1992 – 94. 1992 wurde der Funktionsplan (DIN 40719-6) überarbeitet. Darauf wurde 1994 das Funktionsdiagramm (VDI 3260) offiziell mit den Worten zurückgezogen: „Der Regelsetzer empfiehlt die Anwendung von DIN 40719-6 (1992-02)“. Es war damals die

gleiche Situation wie heute, nur dass für Ablaufsteuerungen damals noch weniger Zeit zur Verfügung stand als heute. Mit der Funktionsdiagramm-Variante „Weg-Schritt-Diagramm“ kann man einfache lineare Abläufe, über die bis heute in der Ausbildung kaum jemand hinaus kommt, auch darstellen. Und diese zudem noch sehr anschaulich. Also wurde im gesamten Bereich der Ausbildung der Funktionsplan einfach ignoriert und das Weg-Schritt-Diagramm weiterhin gelehrt. In der Industrie hat das Weg-Schritt-Diagramm mittlerweile jegliche Bedeutung verloren, da es keine Möglichkeit gibt, komplizierte Abläufe oder gar Betriebsarten darzustellen.

■ **Es gibt aber noch ein weiteres Problem**

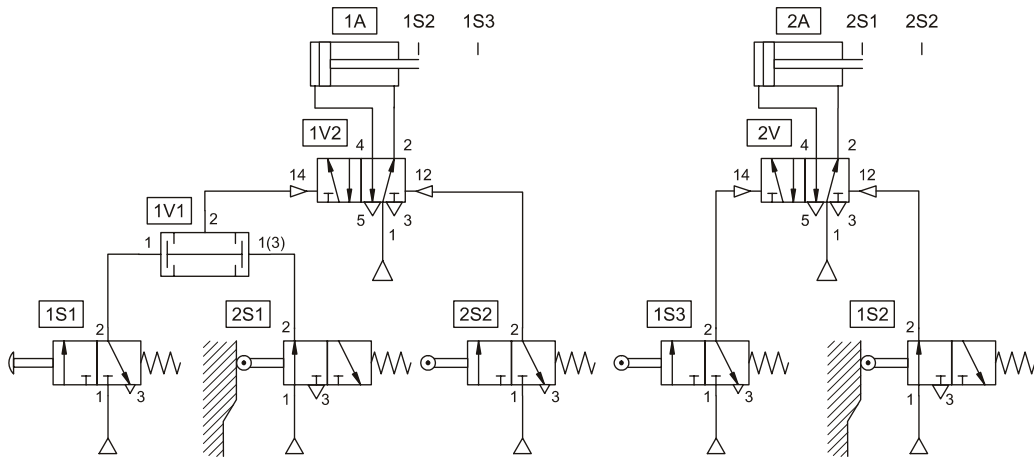
Was nützt ein noch so schöner und perfekt geplanter GRAFCET, wenn beim Versuch diesen zu realisieren, die benötigte Menge Hardware nicht vorhanden ist? Selbst wenn überall Vertriebsmitarbeiter auf Umsatz hoffen, heißt es für Sie, den Aufbau ihrer vorhandenen Hardware anzupassen. Wahrscheinlich werden die Leser aus SPS-Programmierer-Kreisen jetzt lächeln, da diese doch Schritte in nahezu unbegrenzter Zahl realisieren können. Aber ein einfacher Ablauf mit nur 4 – 5 Schritten wird rein pneumatisch oder als Relaischaltung für die meisten Ausbildungsbetriebe aus Gründen der Hardware und der Zeit nicht mehr realisierbar werden. Also zurück zu einfacheren Abläufen und damit zurück zur Frage „Warum GRAFCET?“.

Aber lassen Sie mich noch ein paar Anmerkungen zum Thema GRAFCET und Aufwand machen. Bei der Realisierung eines GRAFCETs mit mehreren Schritten kommt nur eine löschende Taktkette in Frage. Für jeden einzelnen Schritt wird ein Speicher benötigt, unberücksichtigt mit welcher Technologie gerade gearbeitet wird. Einzige Ausnahme ist ein GRAFCET mit 2 Schritten. Hierbei reicht ein einziger Speicher aus, da er 2 stabile Zustände hat: Gelöscht und gesetzt. Am einfachsten haben es die SPS-Programmierer. Der Marktführer (SIMATIC S7, programmiert mit S7-GRAPH) beherrscht bereits seit Jahren sämtliche von GRAFCET geforderten Elemente und Möglichkeiten. Muss nun wegen Materialknappheit der Schaltungsaufwand reduziert werden, so muss dies auch im GRAFCET erfolgen. Dies ist mit „Aktionen mit Zuweisungsbedingen“ realisierbar. Viele in der Ausbildung verwendete Aufgaben lassen sich auf diese Weise auf bis zu 2 Schritte reduzieren. Das hält den Aufwand in Grenzen und die Schaltung überschaubar. Die Crux an dieser Art GRAFCET darf jedoch nicht verschwiegen werden: Wenn Sie einem Einsteiger GRAFCET auf diese Weise (2 Schritte) beibringen, zwingen sie ihn dazu, GRAFCET misszuverstehen. Er wird glauben, dass GRAFCET immer aus 2 Schritten bestehen muss. Und das ist definitiv falsch! Also muss der Industriestandard (ein Speicher pro Schritt) erläutert werden und bei Materialknappheit so lange reduziert werden, bis das Material ausreicht.

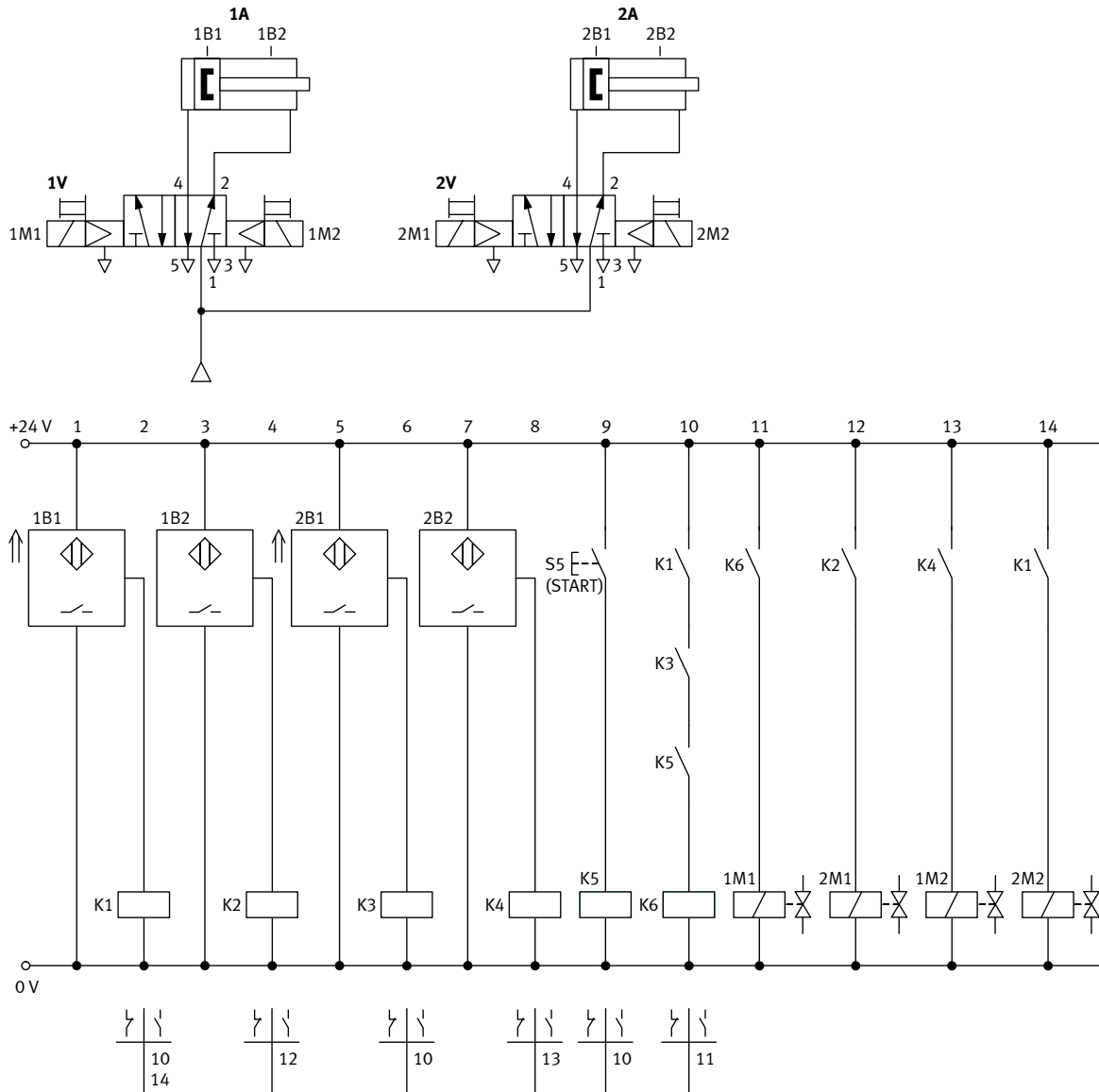
■ **Und eines noch**

Vieles, was in unzähligen Lehrbüchern, Dokumentationen und sonstigen Unterlagen als Ablaufsteuerungen verkauft werden, sind in Wahrheit keine Ablaufsteuerungen. Sie enthalten nicht die ablauftypischen Schrittstrukturen und sind somit Verknüpfungssteuerungen, deren Aktoren sich „zufälligerweise“ nach einem Ablaufschema bewegen. Eine Ablaufsteuerung enthält immer die im GRAFCET geplante Anzahl Schritte mit den dazugehörigen Verriegelungen. Eine beliebige Änderung, wie zum Beispiel eine Änderung der Reihenfolge von Aktionen und den dazugehörigen Weiterschaltbedingungen wird eine echte Ablaufsteuerung niemals aus dem Takt bringen. Bei konsequenter Anwendung von GRAFCET können Worte wie „Signalüberschneidung“ aus dem Vokabular gestrichen werden.

Dieses Beispiel ist keine Ablaufsteuerung



Auch dieses Beispiel ist nur eine Verknüpfungssteuerung



Beiden Beispielen fehlt die typische Schrittstruktur mit je einem Speicher pro Schritt.

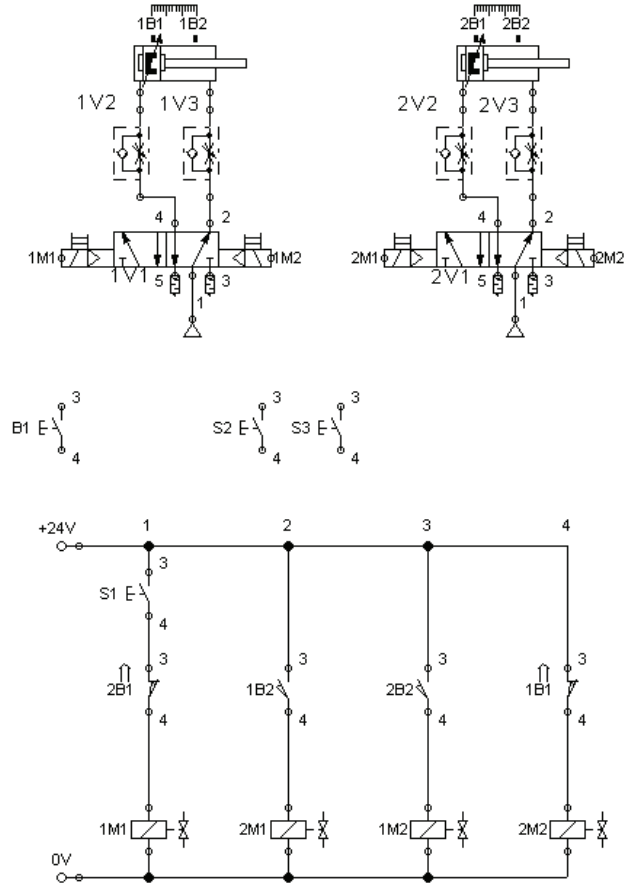
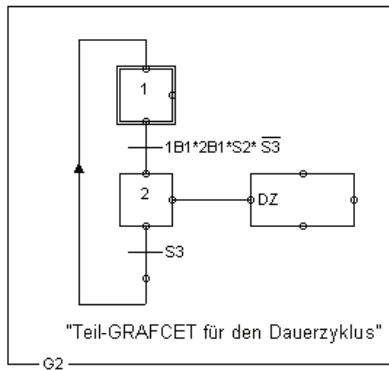
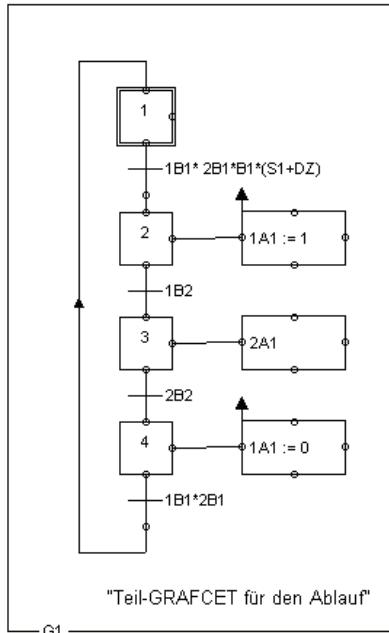
■ **Letztes Thema und somit auch letztes Problem**

Sicherlich ist Ihnen beim Lesen des ersten Abschnittes aufgefallen, dass GRAFCET zur Spezifikation von Ablaufsteuerungen erstellt wurde. Auch ist in der Norm selbst kein Wort von Simulation oder Steuern zu finden. GRAFCET ist somit ein reines grafisches Planungsmittel. Zur Erstellung eines GRAFCETs reicht eigentlich Lineal und Bleistift. Wer es komfortabler wünscht, der nehme einen PC mit einem beliebigen Zeichenprogramm. Es reicht aus, wenn es Vierecke und Linien, ein paar Pfeile und Text beherrscht. Es ist heute auch kein Problem mehr, ein Programm zu erstellen, mit dem sich ein GRAFCET einfach zusammensetzen lässt. Wenn es dann noch die GRAFCET-Regeln überprüft: Hervorragend! Wenn man jetzt ein Programm benutzt, das geschaffen wurde um einfache fluidtechnische Schaltungen zu entwerfen und zu simulieren und kombiniert es mit einem Programm zur Erstellung von GRAFCET, liegt die Versuchung nahe, auch den GRAFCET zu simulieren. Genau diese Funktionen bietet FluidSIM ab der Version 4.2. Nur was sollte, bzw. was kann man damit simulieren? Zu Erinnerung: GRAFCET war nie, ist nicht und wird nie die Vorlage für eine Programmier-Norm sein, selbst wenn nicht Wenige GRAFCET als eine SPS-Programmiersprache fehlinterpretieren. Prinzipiell ist ja GRAFCET ein technologieunabhängiges Planungsmittel, somit also völlig offen. Bei einer Software-Simulation muss diese Offenheit eingeschränkt werden, um übersichtlich und auch technisch realisierbar zu bleiben. Bei der genannten Simulationssoftware gibt es 3 simulationsfähige Techniken, nämlich Hydraulik, Pneumatik und Elektrik. Hydraulik und Pneumatik sind auf 2 eigenständige Pakete verteilt. Die Elektrik ist in beiden Paketen enthalten. Aus Kostengründen bot es sich an, GRAFCET an die Elektrik anzudocken, welche in beiden Paketen vorhanden ist, zumal das GRAFCET-Update kostenlos geplant war. Der einfachste und wohl auch plausibelste Weg ist es, so zu tun, als wäre GRAFCET eine Programmiersprache. Also bräuchte man eine SPS, die mit GRAFCET zu programmieren wäre. So wurde die GRAFCET-I/O-Box erfunden. Sie wird wie die Logik-Box in FluidSIM eingebunden, mit elektrischen Sensoren und Aktoren verbunden und per GRAFCET „programmiert“. Dass dabei innerhalb und außerhalb der GRAFCET-I/O-Box nicht dieselben Variablen verwendet werden dürfen, liegt auf der Hand. Damit dies alles funktioniert, muss der GRAFCET auf Variablen reagieren. Er unterscheidet dabei nicht, ob die Variable innerhalb oder außerhalb gebildet wird. Es besteht dadurch die Möglichkeit, den GRAFCET einer entsprechenden Relais-Schaltung hinterherlaufen zu lassen. Wichtig: Die vom GRAFCET in den Aktionen gebildeten Variablen bleiben dabei gänzlich unberücksichtigt. Dabei muss aber jedem klar sein, dass dadurch völlig verrückte und (unbeabsichtigt oder wissentlich) falsche Abläufe generiert werden können, da keinerlei Rückmeldungen und Kontrollen existieren. Oftmals müssen dabei auch Relais-Nummern als Weiterschaltbedingungen eingetragen werden. In der Industrie-Praxis wird dies wohl niemand machen.

■ **Fazit**

GRAFCETs, welche von Relaissteuerungen angesteuert werden, sind mit äußerster Vorsicht zu genießen. Um sich sicher zu sein, sollte man diese Funktion überhaupt nicht nutzen.

Nachfolgende Schaltung zeigt, welcher Unfug machbar ist. Schaltung und GRAFCET sind völlig unterschiedlich, aber dem Laien erscheint es so, als würde alles perfekt zueinander passen.



Ist es Ihnen aufgefallen? Die Schaltung ist überhaupt keine Ablaufsteuerung! Aber der GRAFCET tut so, als ob sie eine wäre. Auch die Reihenfolge der Aktor-Bewegungen von GRAFCET und Schaltung sind unterschiedlich.

Eigentlich muss jeder der PAL dankbar sein, dass sie mit der GRAFCET-Einführung in den Prüfungen viele und vieles wachgerüttelt hat.

Ich hoffe, dass ich mit dieser Zusammenfassung für etwas mehr Klarheit sorgen konnte.

Grafenberg, den 19. Februar 2008

Gerhard Schmidt

Trainer und Berater für GRAFCET und andere automatisierungstechnische Themen