

Eine Kleinsteuerung bietet nun auch Schrittbausteine in verschiedenen Formen, die man zu unterschiedlichen Schrittketten zusammensetzen kann. Das senkt den Ausbildungsaufwand erheblich: Statt eine Programmierung zu erlernen, übt man das Zeichnen von Schaltplänen auf dem PC.

# Kleinsteuerungen als Basis der Ausbildung

## Grafcet in der praktischen Ausbildung der Elektrotechnik

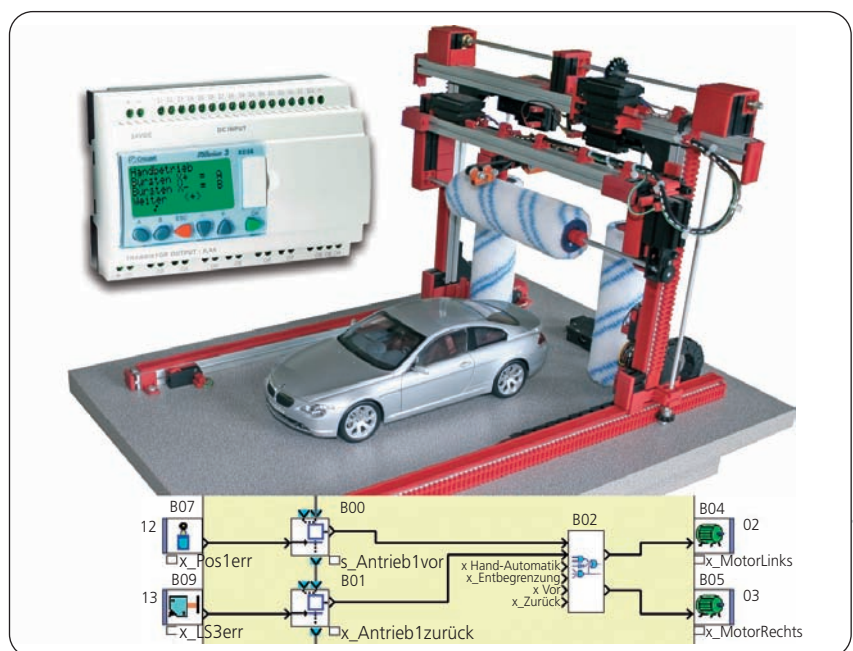
In der Vergangenheit litt die Ausbildung im Feld der Automatisierungstechnik u. a. darunter, dass die erforderliche Hard- und Software alles andere als preiswert war. Durch den verstärkten Einsatz von Kleinsteuerungen hat sich das inzwischen geändert.

Die berufliche Praxis erfordert heute Kenntnisse verschiedener Programmiersprachen, darunter auch der Ablaufsprache. Während der Ausbildung sollte gerade die Ablaufsprache in einer motivierenden Form vermittelt werden. Frontalunterricht oder Tafelvorträge werden diesem Ziel nicht gerecht. Inzwischen kann diese allgemeinverständliche Darstellungsmethode mit Kleinsteuerungen angewendet werden und ermöglicht einen handlungsorientierten Unterricht, der Grundlage für gute Prüfungsergebnisse ist.

Gewiss waren bereits seit langer Zeit Möglichkeiten gegeben, Steuerungen in der Ausbildung und den Prüfungen mit der Ablaufsprache zu verwenden. Es sprachen aber auch gute und gewichtige Gründe dagegen. Diese Gründe sollen zu Beginn dieser Betrachtung im Mittelpunkt stehen, um zu verstehen, warum Grafcet oder Schrittkettenprogrammierung im Gegensatz zu anderen Regionen (wie Frankreich oder Japan) in Deutschland noch nicht die gleiche Bedeutung gewonnen hat (Grafcet = Graphe fonctionnel de commande etape transition, dt. Darstellung der Steuerungsfunktion mit Schritten und Weberschaltbedingungen).

Zunächst sind die wirtschaftlichen Ursachen zu berücksichtigen: Die Ablaufsprache war bisher nur auf komplexeren, vollständigen IEC-Steuerungen lauffähig. Man benötigte daher nicht nur teure Steuerungen, sondern auch aufwändigere und hochpreisige Programmierpakete mit strengen Lizenzauflagen und Lizenzüberprüfungen bzw. Nachverfolgungen. Das überforderte häufig die Schulen, aber insbesondere die Ausbildungsbetriebe.

Ebenso sind die Unterrichtskapazitäten (zur Verfügung stehende Stun-



**Bild 1: Moderne Ausbildungsmodelle und Kleinsteuerungen für eine effektive Ausbildung in der Ablaufsprache (Grafcet)**

Quelle: Staudinger, Crouzet

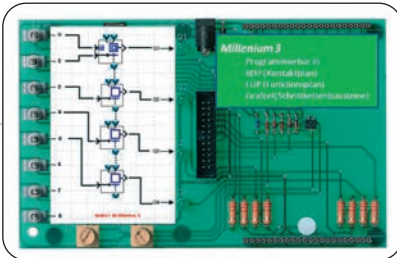
den) zu sehen. Wenn die Anzahl der Unterrichtsstunden zur Ausbildung an Automatisierungssystemen betrachtet wird, bleibt für die Einweisung in die Handhabung einer komplexeren Steuerung in den Ausbildungseinrichtungen kaum Zeit. Hier haben die Kleinsteuerungen bereits viel dazu beigetragen, die Effizienz des Unterrichts zu verbessern.

### Die Prüfungssituation

Es stellt sich die Frage, ob in einer Prüfung für den Gesellen oder Meister tatsächlich eine Steuerung nach IEC 61131-3 mit ihren Möglichkeiten und dem Funktionsumfang richtig platziert ist. Wenn bereits die Konfiguration einer Steuerung mit ihren gesamten

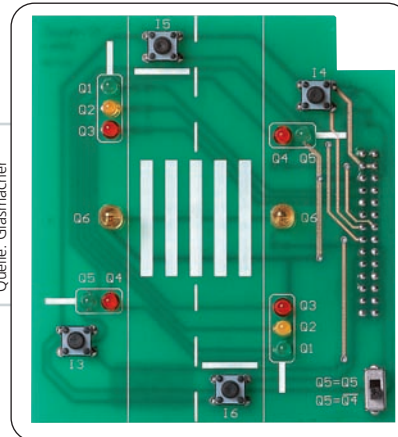
Hardwaremöglichkeiten, den einzelnen Tasks und sonstigen Konfigurationen erheblich Zeit benötigt, bleibt wenig Zeit für die Programmierung, Tests, Inbetriebnahme und ggf. der Fehlerbeseitigung – wenn der Auszubildende überhaupt innerhalb der Prüfung bis zum Punkt der Programmierung kommt und nicht bereits bei den unterschiedlichen Konfigurationen strauchelt. Hier haben die Kleinsteuerungen die Situation wesentlich verbessert und zur Akzeptanz der Automatisierung in der Ausbildung beigetragen.

Zusätzlich sprachen in der Vergangenheit auch wirtschaftliche Aspekte gegen Grafcet in der Prüfung: Die Kosten der Steuerung waren oft noch nachvollziehbar, da aber die Ablauf-



Quelle: Glasmacher

**Bild 2: Mit den entsprechenden Kleinststeuerungen eignet sich der »Minitrainer« auch für die Grafcet-Ausbildung**



Quelle: Glasmacher

**Bild 3: Die Ampel – eine typische Zusatzkarte für den Minitrainer – ist als Thema für Grafcet geeignet**

sprache (SFC) nicht mehr mit den »Light-Paketen« der Hersteller programmierbar war, hat man schon aus wirtschaftlichen Gründen auf diese Form der Aufgabendarstellung (SFC) verzichtet.

### Auf dem Desktop kombinieren und verdrahten

Kleinststeuerungen folgen von sich aus nicht der Idee des Programmierens einer Steuerung, sondern bieten die moderne Lösung eines gewohnten Arbeitsablaufs. Beinhaltet doch eine Kleinststeuerung ein »elektronisches Lager« mit vielen Zählern, Zeiten, Vergleichen, Astro-Uhren, Reglern u.v.m., wie einst die realen Lager. Die realen Materiallager binden jedoch Betriebs-

mittel und Räumlichkeiten, die wesentlich besser eingesetzt werden können. Dieser Gedanke ist bereits weit verbreitet und wird in der modernen Ausbildung gefördert.

Nun bietet jedoch die Kleinststeuerung »Millenium 3« von Cruzet auch Schrittbauusteine in verschiedenen Formen, die man zu unterschiedlichen Schrittketten (linear, alternativ und/oder simultan) zusammensetzen kann. Die Möglichkeit war bereits früher mit der Pneumatik oder den Elektronikbausteinen gegeben und wird mit der

Millenium 3 neu aufgegriffen. Jedoch geschieht das »Verschlauchen« oder »Verdrahten« nun auf dem Desktop und wird durch ein »Verbinden« realisiert – wie beim Zeichnen von Schaltplänen erlernt.

Das senkt den Ausbildungsaufwand erheblich: Statt eine Programmierung zu erlernen, übt man das Zeichnen von Schaltplänen auf dem PC (Bild 1). Der Unterschied liegt lediglich darin, dass mit dieser Ablaufzeichnung dann eine Steuerung funktioniert (selbstverständlich kann in einer Simulation vorher getestet werden).

### Ausbildung am Modell

Natürlich muss die Ausbildung auch die Themen Kontaktplan und Funktionsplan beinhalten. Gerade wenn eine Steuerungsaufgabe vorrangig Verriegelungen beinhaltet und keine schrittweisen Abläufe vorhanden sind, ist der Kontaktplan (KOP) ein wertvolles Arbeitsmittel. Wenn die Aufgabe sehr viele, leistungsfähige Funktionsbausteine benötigt, ist die Funktionsbausteinsprache (FUP) hilfreich.

Grafcet benötigt immer eine »Hilfsprache«, um die Verriegelungen festzulegen, die Handfunktionen zu beschreiben und notwendige, leistungsfähige Bausteine zur Verfügung zu stellen. Daher sind Grafcet und FUP bei der Millenium 3 immer gleichzeitig (parallel) verfügbar.

Inhalte der Ausbildung sollten sein:

- Gestaltung von Display-Anzeigen und Aufbau von Menubäumen
- Ablaufsteuerung von Maschinen und Anlagen
- Kommunikation – Bussysteme
- Analogtechnik

Zwischenzeitlich stehen zahlreiche Ausbildungssysteme und Modelle zur Verfügung. Die Hersteller dieser Ausbildungssysteme verwenden heute vielfach Kleinststeuerungen als Basis der unterschiedlichen Ausbildungskonzepte.

So war z.B. der »Minitrainer« der Firma Glasmacher, Balve, die erste Ausbildungsbasis, die speziell auf die Kleinststeuerungen abgestimmt war. Der Minitrainer ist nicht nur ein Hardwarekonzept, sondern nutzt verschiedene Übungskarten, mit denen der Auszubildende die unterschiedlichen Funktionsbausteine einer Steuerung anschaulich kennen lernen kann. Nun wurde dieses System für die Kleinststeuerung Millenium 3 erweitert, und es gibt die ent-



Quelle: Staudinger

**Bild 4: Mit den Regelungsmodellen von Staudinger kann man viele Regler-Varianten erlernen; Grafcet lässt sich für die verschiedenen Aufgaben (Visualisierung, Zeitplanregelung usw.) verwenden**

sprechenden Übungskarten zu Grafcet (Bild 2).

Zusätzlich können Tochterkarten auf das Grundboard gesteckt werden, die unterschiedliche Anwendungen realisieren, z.B. eine Ampel (Bild 3), oder die Anbindung an die Fischer- bzw. Staudinger-Modelle.

Das Lehrsystem Minitrainer ist also dreistufig aufgebaut:

- Übungs-Karten
- Übungs-Module (z. B. Ampel)
- Übungs-Modelle (z. B. Fischer-Technik)

Die Firma Staudinger GmbH, Loiching, baut sehr anspruchsvolle Modelle, teilweise auf der Basis von Fischer-Technik, um vielfältige Bereiche der Schulung und Weiterbildung abzudecken, aber auch zur Planung, Softwareentwicklung und für den Vertrieb von Anlagen und Technologien. Dazu gehören u.a. Modelle von Waschstraßen, Hochregallagern, Fertigungs- und Transporttechnik sowie der Regelungstechnik. Diese Modelle sind eine hervorragende Möglichkeit für Auszubildende, die unterschiedlichen Betriebsarten von Maschinen kennenzulernen, zu programmieren und in Betrieb zu nehmen, ohne dabei Maschinen oder Einrichtungen zu gefährden.

In der Regelungstechnik lassen sich mit dem Modell der Firma Staudinger Zweipunkt-Regler, PID-Regler wie auch adaptive Regler demonstrieren und die Einstellung der entsprechenden Parameter einüben, die inzwischen auch in den Kleinststeuerungen vorhanden sind. Ebenso kann man zur Ansteuerung der Stellgröße die PWM (Pulsweitenmodulation) nutzen, um Kosten zu sparen und diese in der Praxis oft verwendete Technik dem Einsteiger zu vermitteln.

Grafcet kann dazu dienen, um Zeitplan-Regelungen zu erstellen, wie auch die entsprechenden Parametereingaben im Klartext mit den zugehörigen Menu-Bäumen zu programmieren (Bild 4).

Das Unternehmen Hera Laborsysteme GmbH, Blaufelden, bietet Ausbildungssysteme für Ausbildungsstätten, Schulen und Hochschulen seit vielen Jahren an. Zur Messe Didacta (10. – 14.2.2009 in Hannover) zeigt Hera erstmals ein Ausbildungs-Board mit einer Kleinststeuerung, die in Grafcet zu programmieren ist (Halle 15, Stand E59) – zu einem besonders interessanten Preis (Bild 5).

Die Ausbildungs-Boards können mit Transport- und Handlingsystemen kombiniert werden und ermöglichen so die



Quelle: Hera

**Bild 5: Auf der Messe Didacta 2009 in Hannover zeigt Hera ein Ausbildungsmodell inkl. Kleinststeuerung mit Grafcet**

vollständige Schulung in KOP, FUP und Grafcet.

### Aspekte für Schulen und Hochschulen

Für Bildungseinrichtungen stellen Kleinststeuerungen eine kostengünstige Grundlage bei Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dar. Der integrierte Astro-Kalender, adaptive Regelungen wie auch ein Funktionsbaustein  $y = f(x)$  (Funktion in Excel frei definierbar) sind nur einige wenige Bausteine einer umfangreichen Bausteinbibliothek.

Einen wichtigen didaktischen Punkt bildet wiederum die Ablaufsprache, da diese Form der Problembeschreibung fachübergreifend ist und zu einem klaren, nachvollziehbaren, kausalen Denken führt.

### Überwachung per Software

Eine gute Möglichkeit, all diese beschriebenen Ausbildungswege zu testen, liegt in der Programmiersoftware der Millennium 3 (»Logic Software M3«). Dort gibt es neben den normalen Funktionen (Editor, Simulation und Monitoring) die »Überwachung«. Mit der »Überwachung« kann der Anwender eine Visualisierung aufbauen, die sowohl in der Simulation als auch im Monitoring funktioniert. So lassen sich zu Ausbildungszwecken eine komplett virtuelle Steuerung sowie virtuelle Übungskarten des Minitrainer verwenden – mit Programmen, die später identisch auf einem realen Minitrainer mit einer realen Steuerung laufen.

### Fazit

Die heute verfügbaren, kostengünstigen Kleinststeuerungen bieten die Möglichkeit einer modernen Ausbildung in FUP, KOP sowie Grafcet (SFC oder Ablaufsprache) mittels eines handlungsorientierten Unterrichtes. Davon können auch die Ausbildungsstätten profitieren, indem sie Prototypen kleinerer Automaten in dieser modernen Programmierung verwirklichen und so neue Impulse für die Entwicklung von Anlagen, Prozessen und Verfahren geben.

Dieser Beitrag befasste sich vorrangig mit den Aspekten der Ausbildung, doch Millennium 3 ist vor allem auch eine Steuerung des modernen Maschinenbaus.

Ulrich Kanngießer, Vertriebsbeauftragter  
Micro Control für die Crouzet GmbH  
im Raum Bayern und Österreich

## MEHR INFOS

### Zugehörige Links

- Staudinger: [www.staudinger-est.de](http://www.staudinger-est.de)
- Hera Laborsysteme: [www.hera.de](http://www.hera.de)
- Glasmacher Electronic: [www.glasmacher-electronic.de](http://www.glasmacher-electronic.de), [www.mini-trainer.de](http://www.mini-trainer.de)
- Crouzet: [www.crouzet.de](http://www.crouzet.de)
- Online-Training zu Grafcet: [www.festo-didactic.com/didactic/Demos/grafcet/index.html](http://www.festo-didactic.com/didactic/Demos/grafcet/index.html)

### Beiträge zum Thema

- Kleinststeuerung mit Ablaufsprache – Grafcet erleichtert die strukturierte Programmierung, »de« 22/2008, S.82
- Kleinststeuerungen individuell erweitert – Branchenlösungen mit spezifischen Modulen, »de« 21/2007, S.66

- Kleinststeuerungen in der Gebäudeautomation, »de« 7/2008, S.76

### Bücher zum Thema

- Kanngießer, Ulrich: Kleinststeuerungen in Praxis und Anwendung - Erfolgreich messen, steuern, regeln mit Logo, easy, Zelio und Millennium 3, 1. Auflage 2007, 548 Seiten, mit CD-ROM, 39,80€, ISBN 978-3-7785-4025-1, Hüthig Verlag, Heidelberg
- Kanngießer, Ulrich: Kleinststeuerungen mit Easy – Sicher einsteigen, erfolgreich anwenden, 2002, 72 Seiten, mit CD-ROM, kartoniert, 7,80€, ISBN 978-3-8101-0163-1, Hüthig & Pflaum Verlag, München, [www.de-online.info/shop](http://www.de-online.info/shop)