

# SPS-Steuerungen ersetzen Relais

## Steuerung (2)

Ob Auto, Zug oder Flugzeug – wer eine Reise plant, hat die Wahl. Wer eine Steuerung plant, steht ebenfalls vor der Wahl. Das Pflichtenheft beschreibt das «Reiseziel», der Weg dorthin lässt einige Möglichkeiten offen: vom Relais über die Kleinststeuerung bis zur Soft-SPS<sup>1)</sup>.

«Automation heisst, dass jeder Sensor und Aktor auf eine Steuerung geführt wird. In der Steuerung werden die entsprechenden Verknüpfungen programmiert.» Damit können Funktionen jederzeit geändert werden, ohne dass die Verdrahtung angepasst werden muss.

Die Zeiten der Relais- und Schützensteuerung für Maschinen und Anlagen sind sowohl in der Industrie- als auch in der Gebäudeautomation vorbei. Begannen Anfang der 80er-Jahre die speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS)

*Richard Graf*

die Relaissteuerungen zu ersetzen, haben sich heute auch die Feldbusse verbreitet und die Verkabelung vereinfacht. Die ersten SPS-Steuerungen verarbeiteten vorwiegend Bitverknüpfungen. Physikalische Grössen wie Füllstände, Durchfluss- oder Temperaturmessungen wurden mit zusätzlichen Regelgeräten gemessen und überwacht, das Resultat anschliessend als gut/schlecht an einen digitalen SPS-Eingang geführt. Dies, weil die analogen Baugruppen mit 8-Bit-A/D-Wandlern ausgerüstet waren. Die Inkremente von 0...256 waren für eine Regelung zu ungenau. Erst mit den 12-Bit-Wandlern drängten die SPS-Steuerungen in die Regelungstechnik ein.

Heute stellt sich kaum mehr die Frage, ob eine Relaissteuerung günstiger ist als eine SPS; selbst einfachste Aufgaben werden elegant mit einer Klein-SPS ausgeführt. Mikrosteuerungen<sup>2)</sup> sind für kleine Anwendungen wie Bandsteuerungen oder Treppenhausbeleuchtungen



**Bild 1** Mikrosteuerungen ersetzen aufwändige Relaischaltungen

Es kann sinnvoll sein, in einer grossen Anlage zusätzlich zur eigentlichen Steuerung autonome Funktionen mit Mikrosteuerungen auszuführen, zum Beispiel eine Klappensteuerung.

ideal, da sie nebst den reinen Bitverknüpfungen auch Zeitrelais und Schaltuhren zur Verfügung stellen. Grosssteuerungen dagegen sind modular aufgebaut: Die einzelnen Ein-/Ausgangsmodule werden auf eine Rückwand montiert, die über einen internen Bus die einzelnen Module verbindet.

Auch in der Ausbildung nehmen das Projektieren und Programmieren einen immer höheren Stellenwert ein. Der auf Herbst 2004 von den höheren Fachschulen (SFB Dietikon und TSU Uster) eingeführte «Techniker in der Automation» erfreut sich grosser Beliebtheit – auch Weiterbildungsinstitutionen haben den Bedarf des Marktes erkannt.

Leider entwickelte sich bei den SPS-Steuerungen ein regelrechter Wildwuchs. Von der Mikro- bis zur Grosssteuerung verschiedenster Hersteller wird alles an-

geboten – nur kompatibel sind sie selten. Wenn ein Planer für ein neues Projekt Steuerungen evaluiert, kann er nicht immer frei entscheiden. Die SPS-Hersteller verstanden es, den Anwender über die Programmierwerkzeuge an sich zu binden. Bei einem Produktwechsel muss er eine neue Software einkaufen – eine Investition von mehreren tausend Franken pro Steuerung.

Wie bei der Informatik der IBM-kompatible PC oder das Windows von Microsoft, haben sich in der Automation die SPS-Steuerungen S5 und S7 von Siemens mit der jeweiligen Programmiersoftware Step5 und Step7 als Quasi-Standard durchgesetzt, nachdem sich mehrere grosse Industrie-Unternehmen dafür entschieden haben. Dieser Umstand führte dazu, dass Anbieter wie Saia, Vipa, Inat oder IBH-Softec Produkte (Hard- und Software) auf dieser Basis auf den Markt brachten – um dem Anwender zumindest eine preisliche Alternative zu bieten. Mitte der 80er-Jahre entstand als Reaktion auf den Wildwuchs – und weil die Anwender eine einheitliche Programmierungsumgebung verlangten – die Norm IEC1131. Diese brachte eine gewisse Vereinheitlichung bei den Programmierbefehlen und eine bestimmte Offenheit der Programmierung.

Es entstand eine weitere Plattform: Das IEC1131-3-Programmiersystem CoDeSys von Smart Software Solutions ist eines der führenden Entwicklungstools,

### Artikelserie zur Automation

Das *Bulletin SEV/VSE* veröffentlicht dieses Jahr eine Serie zur Automation. Im Monatsrhythmus werden in der Electrosuisse-Ausgabe des *Bulletins SEV/VSE* folgende Artikel erscheinen:

- Einführung (Nr. 1/05)
- Steuerung
- Kommunikation
- Sensoren, Bildverarbeitung
- Antriebe, Regelungstechnik
- Software, Bedienen, Beobachten
- Sicherheit

das mittlerweile bei über 150 Komponenten-Herstellern (z. B. Beckhoff und Moeller) im Einsatz ist. Die Programmiersoftware enthält alle Funktionen gemäss IEC1131-3 und eine integrierte Visualisierung, die es dem Entwickler erlaubt, mit der gleichen Software ohne Schnittstellenprobleme sein Programm zu überprüfen.

## Welche Steuerung?

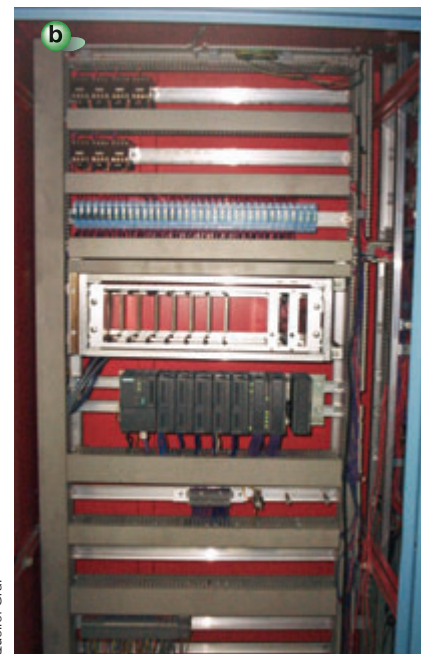
Es ist sinnlos, eine grosse und schnelle Steuerung für eine kleine Aufgabe einzusetzen, zum Beispiel für ein Handling-System eines Bohrwerkes. Auch ein Härtereiofen braucht nicht unbedingt einen Industrie-PC mit Soft-SPS. Bei der Auswahl ist weiter zu berücksichtigen, ob die Steuerung eine autonome Aufgabe erfüllt oder ob Daten mit anderen Systemen ausgetauscht werden. Der Auswahl der Steuerung kommt eine grosse Bedeutung zu und sollte sorgfältig ausgeführt werden. Die technische Qualität sollte vor dem Preis stehen, auch wenn dies natürlich nicht immer möglich ist. Die Auswahl an Typen und Produkten ist gross:

**Mikrosteuerungen**, wie die Produkte Easy, Alpha oder Logo<sup>3</sup>, besitzen eine bestimmte Anzahl Ein- und Ausgänge, die in der Regel nicht erweitert werden können. Die Steuerungen werden direkt auf dem Gerät programmiert oder über ein einfaches Programmierwerkzeug wie die Anweisungsliste (AWL) oder den Kontaktplan (KOP)<sup>4</sup>. Die Zykluszeit, in der das Anwenderprogramm abgearbeitet wird, beträgt in den meisten Fällen 100 ms bis 1 ms. Einige Fabrikate bieten Erweiterungen für analoge Signale oder das AS-Interface an.

**Mittelgrosse SPS-Steuerungen** sind in der Regel modular aufgebaut. An eine Prozessoreinheit werden nach Bedarf Ein-/Ausgabemodule angeschlossen. Die einzelnen Module kommunizieren über einen SPS-Bus miteinander. Die Leistung der Prozessoreinheit erlaubt komplexe Steuerungs- und Reglungsaufgaben. Die Zykluszeit beträgt ebenfalls 100µs bis 1 ms, wird aber von der Anzahl Verknüpfungen beeinflusst. Bei 4000 Anweisungen beträgt sie 1 ms, pro zusätzliche 1000 Anweisungen verlängert sie sich um 10µs.

**Gross-SPS-Steuerungen** sind ähnlich wie die mittelgrossen Steuerungen modular aufgebaut. Anstelle von Apparate- oder Profilschienen werden die Module jedoch auf ein Rack gesteckt. Die Leistung der CPU ist nochmals grösser.

**Industrie-PCs:** Durch die Vernetzung der Produktionsplanung mit der Produktfertigung erhält der Industrie-PC mit



Quelle: Graf

**Bild 2 Reglerkarten mit SPS ersetzen**

Die SPS-Steuerung (Bild 2b) braucht wesentlich weniger Platz als die Reglerkarten und Relais in Bild 2a.

Soft-SPS-Steuerungen immer mehr Bedeutung. Gegenüber der Hardware-SPS entfallen Interface-Baugruppen, Kabel oder Software-Treiber. Die Verarbeitungszeit ist deutlich schneller, bei einem Programm von 100000 Befehlen ergibt sich eine Zykluszeit von 100µs. Zudem ist ein Industrie-PC für die Fernwartung (Modem) bereits eingerichtet, während bei einer Hardware-SPS zusätzliche Module angeschafft werden müssen. Im Wettstreit der Zykluszeiten ist anzumerken, dass bei der dezentralen Automation nicht nur die Zykluszeit der SPS wichtig ist, sondern auch die Zykluszeiten der Bussysteme mitberücksichtigt werden müssen.

Der Industrie-PC hat aber auch Nachteile: Hält eine Hardware-SPS remanente Daten auch bei einem Stromausfall, ist beim Industri-PC für solche Fälle eine USV notwendig.

Durch den Siegeszug der dezentralen Automatisierung verschwand die voluminöse, zentrale Steuerung im Steuerungsschrank. Heute werden dort nur noch die Prozessoreinheit und einige wenige Ein-/Ausgänge installiert; der Rest der Sensoren und Aktoren wird ausserhalb des Steuerungsschranks erfasst.

Es steht ausser Zweifel, dass die heutige Steuerungstechnik die Verdrahtung stark vereinfacht hat; die Arbeit wurde vom Verdrahter zum Programmierer verschoben. Gerade dies hält aber noch heute einzelne Maschinen- oder Anlagenbauer davon ab, die Möglichkeiten voll zu nutzen. Es werden Zwischenlösungen

erstellt, bei der nur ein Teil der neuen Technologien genutzt wird – damit sie nicht zuviel programmieren müssen.

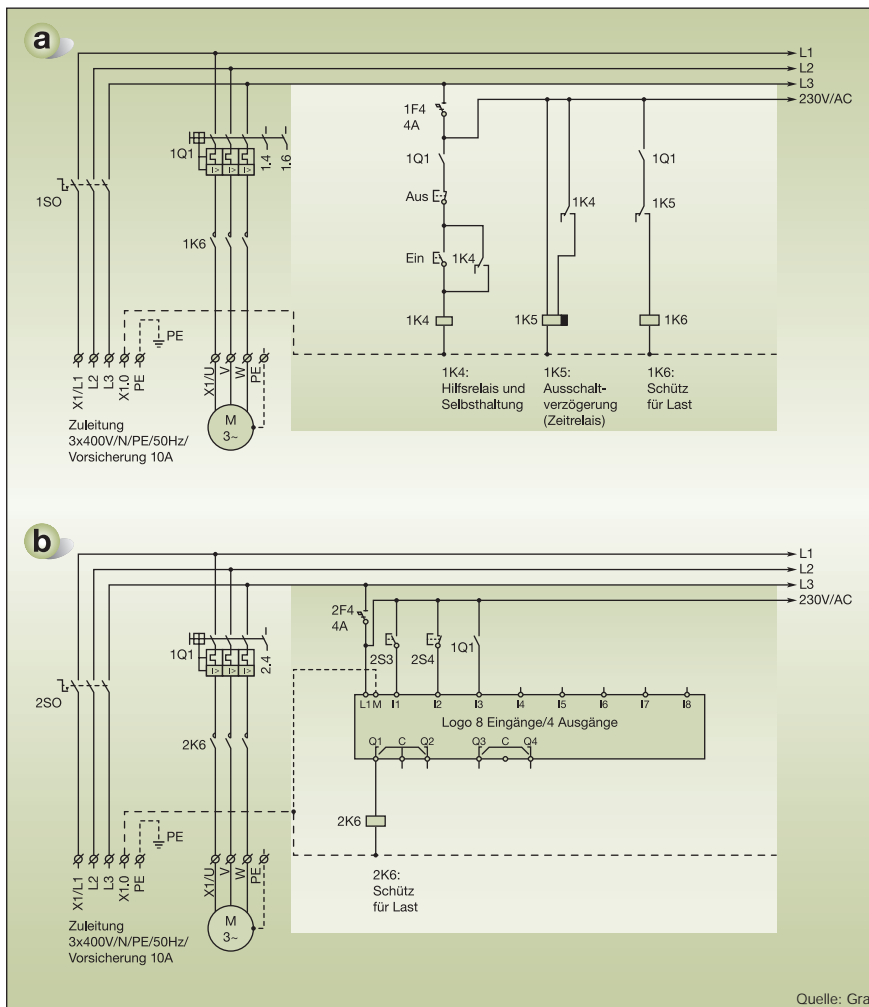
## Visualisierung mit Panels

Auch die Zeiten der grossen Tasterplatten mit den entsprechenden Kontroll- und Signallampen gehört immer mehr der Vergangenheit an. Die Bedienpanels, also Computerbildschirme mit einigen wenigen Tasten, eröffnen Möglichkeiten, die mit Tasterplatten einen riesigen Aufwand bedeuten würden.

Bei der Visualisierung unterscheidet man zwischen textorientierten Panels und Grafikpanels. **Textorientierte Panels** werden vorwiegend zur Anzeige von Zustandsinformationen, zur Bedienerführung und für Störmeldungen eingesetzt. Für die Eingabe von Befehlen oder Daten steht dem Benutzer eine Tastatur zur Verfügung.

**Grafikpanels** werden eingesetzt, um einen Prozess grafisch darzustellen. So können auch komplizierte Vorgänge übersichtlich abgebildet werden. Diese Panels werden entweder mit einer Tastatur ausgeliefert oder als Touch-Screen.

Wer für seine Steuerung einen **Industrie-PC** einsetzt, benötigt nur selten zusätzliche Panels für eine dezentrale Visualisierung oder für eine Eingabestation. In der Regel werden die Daten auf dem Bildschirm des PCs angezeigt. Mit einer entsprechenden Software werden Daten und Zustände auf unterschiedlichste Arten auf dem Bildschirm visualisiert.



**Bild 3 Mikrosteuerung statt Relais**

Eine Mikrosteuerung, die direkt ab 230 V betrieben wird (Bild 3b), ersetzt die Relais in Bild 3a.

Welche Form der Visualisierung eingesetzt wird, hängt von der Anwendung ab. Die Vorteile der Touch-Screen-Panels liegen auf der Hand: Zusätzliche Befehlstaster oder Signallampen werden per Software eingebunden. Eingabemasken oder die Sprache können einfach angepasst werden.

## Eigene Sprachen für die Automation

Ähnlich wie die Entwicklung der Steuerungstechnik vom Schütz/Relais bis zum Industrie-PC entwickelte sich die Programmierung der SPS-Steuerungen. Nicht die üblichen Programmiersprachen wie Basic, Pascal oder Fortran fanden Eingang in die CPUs der SPS-Steuerungen – es setzten sich eigene Sprachen durch. Als Ende der 80er-Jahre die Firma Selectron in Lyss ein Werkzeug auf den Markt brachte, um die Programme im C zu schreiben, zu kompilieren und in die Steuerung zu laden, wurde die Idee damals vom Markt nicht aufgenommen. Die

SPS-Hersteller stellen dem Integrator noch heute kein Programmierwerkzeug zur Verfügung, mit dem er produkteunabhängig eine Steuerung programmieren und betreiben kann.

Im Wirrwarr der Entwicklungsprogramme schuf die Norm IEC-1131 etwas Ordnung. Mit ihr wurde wenigstens ein Schritt in die Vereinheitlichung der Befehle gemacht und der Austausch von Funktionsbausteinen ermöglicht. Da die Hersteller aber keine vollkommene Vereinheitlichung wollen, bestehen immer noch wesentliche Unterschiede – die Programme bleiben inkompatibel. Ein erster Schritt machte die Firma Inat, die ein Zusatz zum Programmierungstool Twin-CAT der Firma Beckhoff entwickelte, mit dem der Programmierer über einen Ethernet-Adapter auf S7-Baugruppen zugreifen kann.

Zur Programmierung werden oft **Hochsprachen** verwendet, deren strukturierter Text Pascal-ähnlich ist. Die **grafische Ablaufsprache** (AS, Graph7<sup>5</sup>) hingegen eignet sich zur Schrittkettenpro-



**Bild 4 Polspulen-Lötmaschine**

Die Polspulen-Lötmaschine wird mit einer SPS gesteuert, die Ventilinsel ist über einen Feldbus angeschlossen. Der kleine Schaltschrank wird direkt in die Maschine integriert (links).

grammierung. Für die **objektorientierte Programmierung** steht zum Beispiel High-Graph<sup>5)</sup> zur Verfügung.

Oft wird in einem Programm eine Kombination von textorientierter (AWL, ST) und grafischer Sprache (FBS<sup>4)</sup>, AS, Graph7) angewendet, wobei die klassischen SPS-Sprachen durch die Hochsprachen stark konkurrenziert werden. Verschiedene SPS-Hersteller bieten in ihren Programmierwerkzeugen ein Tool an, womit in C+ programmiert werden kann – nebst den üblichen Sprachen gemäss IEC1131.

**Bibliotheken:** Programmierer erhalten von den Herstellern Bibliotheken mit verschiedenen Bausteinen. Meistens wird zwischen Standard- und erweiterten Bibliotheken unterschieden. In den Standard-Bibliotheken sind Funktionsblöcke wie Timer, Counter, bistabile oder Trigger-Funktionen enthalten. Für die Ansteuerung von Schnittstellen (RS232) oder für Reglerfunktionen (PID-Regler) werden weitere Bibliotheken angeboten,

die teilweise kostenpflichtig sind. Viele Programmierer schaffen sich im Laufe der Zeit eigene Bibliotheken.

**Schnittstellen:** Die Zeiten, als für jedes periphere Gerät ein eigener Treiber geschrieben oder gekauft werden musste, gehören der Vergangenheit an. Bei der dezentralen Automatisierung erhält der Integrator für jeden Feldbus die entsprechenden Dateien, bei Profibus zum Beispiel eine GSD-Datei. Die OPC-Server, eine Art Datenbank, auf die verschiedene Systeme über eine standardisierte Schnittstelle zugreifen können, vereinfachen die Kommunikation wesentlich.

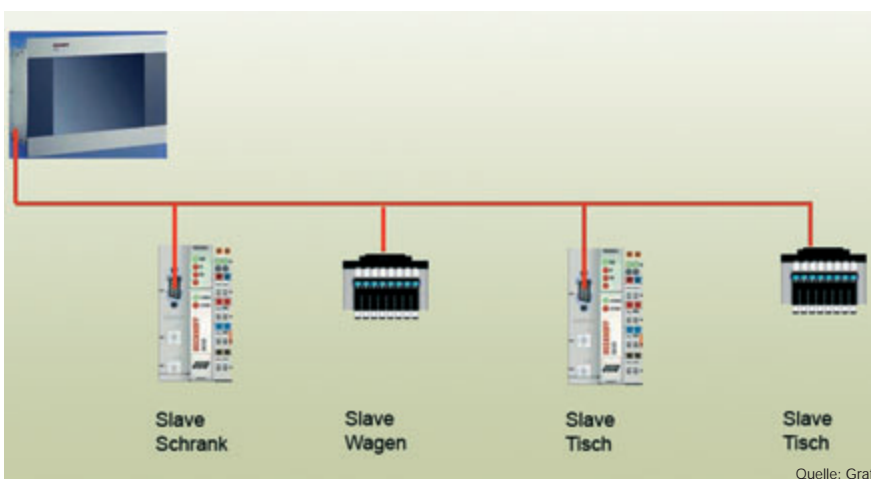
### Gründe für den Einsatz von programmierbaren Steuerungen

Warum, fragt sich der Steuerungsbauer, soll ich von der bewährten Schützen- und Relaisstechnik zur «Blackbox-Technik» der programmierbaren Steuerungen wechseln? Die Impulskontakt-

Ansteuerung eines Motors mit einer Ausschaltverzögerung sei schneller erstellt mit Schützen und Relais, zudem könne er ohne Notebook auf die Schaltung zugreifen. Das ist zwar nicht falsch, aber bereits einfache Aufgaben werden meist günstiger mit einer Kleinststeuerung gelöst. Zukünftige Anpassungen kann der Steuerungsbauer elegant mit der Software lösen, ohne in die Schaltung eingreifen zu müssen.

Bild 3 zeigt zwei Ansteuerungen eines Motors; einmal mit Schützen und Relais, darunter mit einer Mikrosteuerung. Während der Laststromkreis gleich bleibt, vereinfacht sich die Steuerstromseite mit der Mikrosteuerung wesentlich; die Verdrahtung wird einfacher; die Schaltung beansprucht weniger Platz im Schaltschrank. Eine Mikrosteuerung mit 8 Eingängen und 4 Relais-Ausgängen für eine Betriebsspannung von 230 VAC bewegt sich in der Preisklasse von 210 Franken. Für eine Relais-/Zeitrelais-Kombination bezahlt der Steuerungsbauer ebenfalls rund 160 Franken. Günstiger wirds nur, wenn er kein Universal-Zeitrelais anwendet.

Anfangs braucht man zwar die Zeit, die man bei der Verdrahtung spart, für die Programmierung. Doch je grösser die Erfahrung wird, desto schneller ist das Programm geschrieben. Noch ist die Mikrosteuerung nicht unbedingt günstiger, will der Kunde aber noch eine Einweglichtschranke an sein Band anbauen und den Motor mit einer Einschaltverzögerung anlaufen lassen, ist der Steuerungsbauer



**Bild 5 Feldbus der Polspulen-Lötmaschine**

Der Feldbus zwischen Steuerung, Ein-/Ausgabemodulen und Ventilinseln ersetzt dicke Kabelbäume.



**Bild 6 Polspulen-Lötmaschine mit PC-Steuerung**

Mit einer PC-basierten Steuerung fällt die separate SPS weg, Panel und PC sind eins.

froh um die Mikrosteuerung. Die Vorteile der SPS-Steuerungen liegen also:

- im geringeren Verdrahtungs- und Installationsaufwand
- im gesparten Platz
- in der Flexibilität
- in der Tatsache, dass die Anlage ausgebaut werden kann, ohne dass der Schrank vergrössert werden muss.

Es wäre vermessen zu behaupten, es gäbe keine Nachteile:

- Geräte und Software brauchen öfters ein Update. Dies kann dazu führen, dass ein altes Gerät nicht mehr erhältlich ist oder für neue Geräte die Programmier-Software erneuert werden muss. Eine Marotte, die die SPS-Hersteller aus der Informatikbranche übernommen haben.
- Ein Notebook gehört zum Werkzeug, denn die Programmierung auf dem Gerät selbst kann man als Werbeargument oder Notfall gelten lassen, ist aber für den Alltag unbrauchbar.
- Eine weitere Unsitte, die sich breit gemacht hat, ist das Herunterladen von Dateien aus dem Internet. Statt die benötigte GSD-Datei oder die aktuelle Firmware auf einer CD beizulegen, steht nur ein Link in den Unterlagen. Der Link stimmt meist nicht mehr (oder noch nicht), und die Homepage des Herstellers ist zwar eine wahre Fundgrube von Informationen, der Wegweiser fehlt aber.

### Beispiel: Polspulen-Lötmaschine

Mit einer Polspulen-Lötmaschine werden Polspulen für die Generatoren von Hydrokraftwerken hergestellt. Es ist ein Halbautomat – und weil die Formen der Spulen unterschiedlich sind, ist jede Maschine praktisch ein Prototyp. Die erste der Polspulen-Lötmaschinen<sup>6</sup> aus dem Beispiel wurde 1997 geplant und montiert. Der Steuerschrank war 1×1,8×0,4m gross (BxHxT) und bis auf 30%

Reserve gefüllt. Sensoren (Initiatoren) und Aktoren (Pneumatikventile) wurden auf einen Verteilkasten und von dort mit einem mehradrigen Kabel (28polig) in den Steuerschrank geführt. Gesteuert wurde die Maschine von einer zentral im Steuerschrank montierten SPS (70DI/1AI und 50DO/1AO) und einem in der Schranktüre installierten Grafik-Bedienpanel. In der Tür waren zudem die Schalter für die Handbedienung eingebaut.

Der Aufwand für die Schemas und die Verdrahtung belief sich auf 2 Mannmonate. Änderungswünsche des Konstrukteurs oder des Kunden waren mit Verdrahtungs- und Programmänderungen verbunden.

Bereits bei der zweiten Maschine wurde ein Redesign durchgeführt. Die Ventilinsel wurde über einen Feldbus angesteuert – über einen Profibus. Dadurch entfielen bei der SPS 20 digitale Ausgänge. Weil die Sensoren/Aktoren nicht mehr auf Verteilkasten geführt wurden, sondern auf dezentrale Ein- und Ausgabemodule, verringerte sich auch der Verkabelungsaufwand. Statt mehradrigen Kabeln mussten nur eine Busleitung und eine Speisleitung für die Steuerspannung gezogen werden. Der Steuerschrank verkleinerte sich auf 0,8×1,4×0,3 m und konnte direkt an die Maschine angebaut werden (Bild 4).

Bei der vierten Maschine wurde versuchsshalber eine PC-basierte Steuerung

eingesetzt. Damit entfiel im Steuerschrank die CPU der SPS und das Panel für die Visualisierung war im Industrie-PC integriert (Bild 5).

Der Gesamtaufwand (Projektierung, Dokumentation, Produktion, Programmierung) für die Steuerung hat sich leicht verringert, der Arbeitsaufwand an der Maschine nahm von ursprünglich 3 Wochen auf 2 Tage ab. Dadurch hat sich die gesamte Durchlaufzeit verringert und die Maschine kann in einer kürzeren Zeit hergestellt werden. Ein grosser Vorteil im internationalen Maschinenbau.

### Angaben zum Autor

**Richard Graf** ist selbständig erwerbender Elektrotechniker in der Industrie-Automation. Er unterrichtet an der MSW Winterthur das Fach Automation und arbeitet im Ausschuss der Fachgruppe ITG-Automation (FOBS).

Richard Graf, Pfungen, [info@gratso.ch](mailto:info@gratso.ch)

<sup>1</sup> Soft-SPS: Die Steuerung läuft als Software auf einem Computer, meist einem robusten Industrie-PC.

<sup>2</sup> Unter Mikrosteuerungen versteht man Kleinststeuerungen, die mit einer beschränkten Anzahl Ein-/Ausgänge bestückt sind und meistens einen beschränkten Befehlsumfang bieten. Verschiedene Hersteller bieten abgespeckte Programmierwerkzeuge an, die beim Einsatz einer Grosssteuerung nachgerüstet werden können.

<sup>3</sup> Easy ist eine Steuerung der Firma Moeller Electric; Alpha von Mitsubishi Electric, in der Schweiz vertreten durch Econotec; Logo von Siemens

<sup>4</sup> AWL = Anweisungsliste; KOP = Kontaktplan und FUB (FBS) = Funktionsplan. Sprachen, die zur SPS-Programmierung verwendet werden.

<sup>5</sup> Graph7 und High Graph sind Programmiersprachen der Firma Siemens.

<sup>6</sup> Insgesamt wurden 6 Maschinen gebaut.

## Les commandes programmables remplacent les relais

### Commandes (2)

Auto, train, avion: qui veut voyager a le choix. Et qui veut projeter une commande a également le choix. Le cahier des charges décrit la «destination du voyage», le chemin qui y mène ouvre diverses options: depuis le relais, en passant par la commande miniature, jusqu'à la commande programmable par logiciel.