Zeitschrift: bulletin.ch / Electrosuisse
Herausgeber: Electrosuisse
Band: 96 (2005)
Heft: 1

Artikel: Automation : Maschinen übernehmen die Arbeit : Einführung (1)
Autor: Santner, Guido
DOI: https://doi.org/10.5169/seals-857760

Nutzungsbedingungen
Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation
L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use
The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 16.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

Automation: Maschinen übernehmen die Arbeit

Einführung (1)

Roboter nehmen uns die Fleissarbeit ab, so bleiben wir konkurrenzfähig mit unseren hohen Löhnen in der Schweiz. Für die deutsche Autoindustrie zum Beispiel gilt die Schweiz als wichtiger Zulieferer von maschinell gefertigten Einzelteilen. Aber nicht nur präzise Teile für die Industrie werden von Robotern hergestellt, auch die WC-Rolle wird automatisch aufgewickelt. Eine Serie von Artikeln in den folgenden Ausgaben des *Bulletins SEV/VSE* zeigt hinter die Kulissen der Automation.

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 (1)**
- **Steuerung (2)**
- **Kommunikation (3)**
- **Sensoren, Bildverarbeitung (4)**
- **Antriebe, Regelungstechnik (5)**
- **Software, Bedienen, Beobachten (6)**
- **Sicherheit (7)**

Guido Santner

Wie wird eine Zahnpastatube hergestellt? Heute ist es nicht mehr der Drogist, der die Tube füllt; in der Autofabrik schweisst niemand mehr von Hand die Karosserie zusammen. Maschinen haben die Arbeit übernommen: Sie arbeiten rund um die Uhr und schneller, als einzelne Arbeiter es könnten. Die Fertigung ist automatisiert, damit die Zahnpasta günstiger ist und jedes Stück genau gleich aussieht: Die Qualität und die Kosten sind die Faktoren, die einen Hersteller dazu bewegen, seine Produktion zu automatisieren.

Die Automation[1)] ist in verschiedene Bereiche aufgeteilt: in die Fertigungs-, Prozess- und Gebäudeautomation. Die Zahnpasta und das Auto kommen aus der Fertigungsautomation. Hier zählt man alles dazu, was im weitesten Sinne über ein Fliessband läuft und von Robotern oder so genannten Handlingsgeräten bearbeitet wird: Autos, Möbel, Toaster oder Zahnbürsten. Die Schweiz beispielsweise ist ein wichtiger Zulieferer für die deutsche Autoindustrie, wenn nicht gar der weltweiten Autoindustrie. Wir stellen zwar keine eigenen Fahrzeuge her, liefern aber die Sensoren, Schalter und Stecker.

Prozessautomation: Lebensmittel und Chemie

Ein weiterer Bereich ist die Prozessautomation, mit einem Schwerpunkt in Basel – der Chemie. Hier laufen die Vorgänge langsamer ab: Farben werden gemischt, das Bier gärt in Tanks oder Zement wird vermengt mit Kies. In der Chemie und der Lebensmittelindustrie sind die Prozesse träger, es ist aber wichtig, dass die Abläufe genau kontrolliert und dokumentiert werden; zudem ist die Anzahl der Ein- und Ausgabepunkten meist grösser, also die Anzahl Anschlüsse für Sensoren und Aktoren. Statt Roboter braucht es in der Prozessautomation Ventile, Heizungen und Mischer.

Gebäudeautomation – HLK

Ein Bereich, der im Moment stark wächst, ist die Gebäudeautomation: Heizung – Lüftung – Klima. Strahlt im Sommer die Sonne durch das Fenster, gehen automatisch die Rollläden herunter; über das Wochenende werden die Büros weniger stark geheizt. Intelligente Steuerungen erleichtern den Alltag. Die Funktionen in der Gebäudeautomation sind meist einfach: Der Sensor misst die Temperatur im Zimmer und die Steuerung stellt dementsprechend die Lüftungsklappen ein. Sie muss sich nicht wie in der Fertigungsautomation mit dem Fliessband synchronisieren. Bei der Gebäudeautomation braucht es dafür umso mehr Draht und Anschlüsse, denn jedes Zimmer im

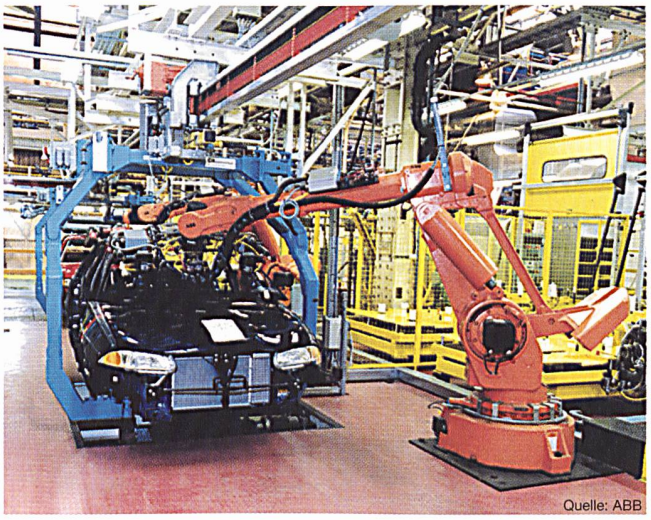

Quelle: ABB

Bild 1 Die Automobilfertigung ist hoch automatisiert

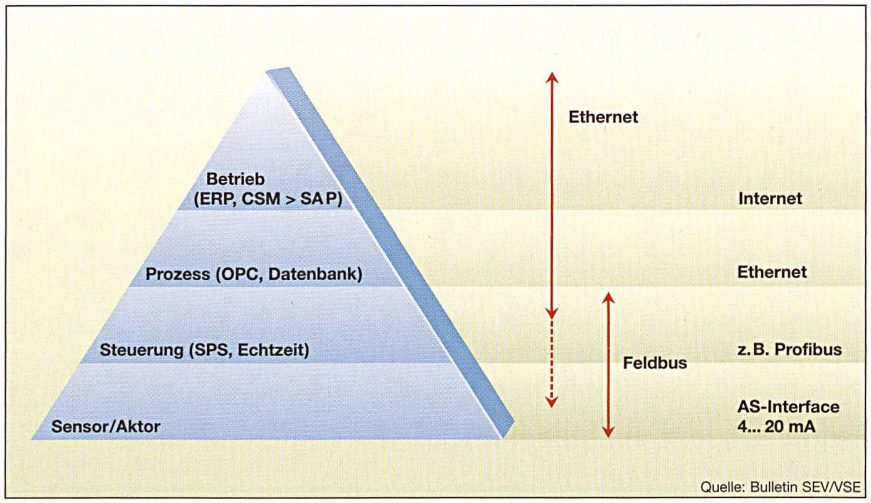


Bild 2 Automatisierungsebenen

Hochhaus muss angeschlossen werden. Darum will man ungeschirmte Zweidrahtleitungen und billige Anschlüsse verwenden. Zudem bedient im Gebäude der Hausmeister die Anlage. Die Bedienung muss also intuitiv und grafisch ausgearbeitet sein. Grosse, komplexe Gebäude wie den Hauptbahnhof Zürich muss man fernwarten können, damit Techniker bei einer Störung schnell reagieren können.

1913 erstes Fliessband

Als Henry Ford 1913 das erste Fliessband einrichtete, automatisierte er einen Teil seiner Fertigung. Es waren zwar immer noch Personen, die an den Autos auf dem Fliessband arbeiteten, es gab aber bereits erste Sensoren, die Handschalter, um das Band zu stoppen oder wieder anfahren zu lassen. Im Laufe der Jahre wurden die Fertigungen mehr und mehr automatisiert, vorerst mit mechanischen Sensoren, die über Relais die Motoren ansteuerten. Wollte man den Motor verzögert ansteuern, schaltete man ein Zeitrelais dazwischen. Die Anlagen waren verbindungsorientiert aufgebaut, jeder Sensor löste eine bestimmte Funktion aus. Wer eine andere Funktion wollte, musste die Verbindungen ändern.

Auch die ersten elektronischen Steuerungen, die Ende der 60er-, Anfang der 70er-Jahre aufkamen, waren verbindungsorientiert aufgebaut. Im Prinzip waren es mehr oder weniger komplexe logische Verknüpfungen. Immerhin konnte man die Verknüpfungen in der Software ändern und musste keine Kabel umhängen. Erst Mitte der 70er-Jahre kamen die ersten speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) auf, die sich in den folgenden 10 Jahren durchsetzten. Eine SPS liest nicht nur die Eingänge, sie merkt sich auch den Zustand der Maschine.

Bis in die 80er-Jahre verarbeiteten die SPS-Steuerungen nur binäre Signale, ein Eingang war entweder null oder eins. Typische Sensoren wie die Näherungsschalter sendeten die entsprechenden Signale. Erst in den 90er-Jahren akzeptierten die SPS-Steuerungen analoge, kontinuierliche Signale und konnten Regelungsaufgaben übernehmen.

Noch führte von der SPS zu jedem Sensor und Aktor eine Leitung. In den 90er-Jahren setzten sich dann die Feldbusse mit dezentralen Ein- und Ausgabemodulen (E/A-Module) durch. Die Sensoren werden nun an die E/A-Module nahe der Maschine angeschlossen statt an die SPS im Schaltschrank. Die E/A-Module selbst kommunizieren über einen Feldbus, einer Zweidrahtleitung, mit der Steuerung. An demselben Feldbus hängen alle intelligenten Feldgeräte. Die Daten sind in Telegramme verpackt, die das jeweilige Gerät herauspickt. Der Interbus war der erste verbreitete Bus in Europa, später setzte sich der Profibus durch, neben einigen weiteren Systemen. Leider konnten oder wollten sich die Hersteller nicht auf einen Standard einigen.

Heute geht der Trend dahin, dass die Feldgeräte intelligenter werden, das heisst, dass in einen Antrieb, zum Beispiel in einen Frequenzumrichter, anspruchsvolle Funktionen integriert werden, die bisher die SPS oder ein externes Gerät rechneten. Es gibt auch Sensoren, die ein kalibriertes, digitales Signal direkt auf den Feldbus geben. Die Intelligenz wird so auf die Anlage verteilt, einzelne Module der Fertigungsstrasse arbeiten mit eigenen kleinen Steuerungen, man spricht von der verteilten Automation.

Neben den Feldbussen kommt nun auch das Ethernet als Kommunikationsmedium auf. Ethernet hat den Vorteil, dass es weit verbreitet ist, grosse Datenmengen übertragen kann und günstig ist. Im Direktverkehr zwischen mehreren Steuerungen und um Prozessleitsysteme anzubinden wird Ethernet schon heute als Standard eingesetzt.

Pneumatik: Mit Luft steuern

Neben den elektrischen Signalen wird auch Druckluft zum Steuern eingesetzt. Die logischen Grundfunktionen, also zum Beispiel Schalter, Und- und Oder-Verknüpfungen, wurden analog der Relaistechnik entwickelt. Diese pneumatischen Systeme kamen 1960 auf, eine Zeit lang wurden ganze Maschinen rein pneumatisch gesteuert. Neben Antrieben ar-

Begriffe

ATM	Asynchronous Transfer Mode
DCOM	Distributed Component Object Model
EMV	Elektromagnetische Verträglichkeit
FDT/DTM	Field Device Tool/Device Type Manager
IAONA	Industrial Automation Open Networking Alliance
IDA	Interface for Distributed Automation
IEC	International Electrotechnical Commission
Master	Der Master ist der Chef in einem System
MMI	Mensch Maschine Interface
MSR	Messen Steuern Regeln
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control
SAP	Schweizer Automatik Pool
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
SDH	Synchronous Digital Hierarchy
Slave	Die Slaves hören auf den Master
TCP/IP	Protokoll zum Datenaustausch im Ethernet-Netzwerk

Bereich	Anwendungen
Fertigungsautomation	Roboter, Fliessband: Auto, Zahnbürste, WC-Rolle
Prozessautomation	Chemie, Lebensmittel, Farben, Bier, Zement
Gebäudeautomation	Heizung, Klima, Lüftung, Beleuchtung
Netzleittechnik	Energieverteilung Kraftwerke
Embedded Systems	Motorsteuerung Auto, Ticketautomat

Tabelle Bereiche der Automation

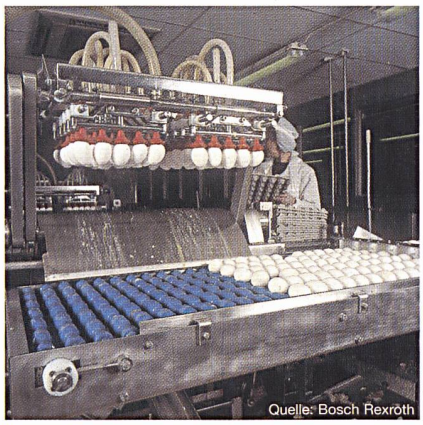


Bild 3 Rohe Eier: Greifer werden oft auf die Anwendung angepasst

beitete man an pneumatischen Leiterplatten und so genannten Wandstrahlelementen[2]. Die Leiterplatten entsprachen Platten aus Epoxi mit Luftkanälen. Heute wandeln Ventile die elektrischen Signale der Steuerungen um.

Die Pneumatik setzt man für schnelle Linearantriebe ein, wenn Werkstücke oder Gegenstände eingespannt, gestoppt, gehalten (Greifer) oder positioniert werden müssen (Pick & Place). Auch in Anlagen, in denen Explosionsgefahr herrscht, sind pneumatische Systeme angebracht. Die pneumatische Steuerungstechnik hat sich aber nicht generell durchsetzen können, da sich die elektronischen Systeme leichter mit Energie versorgen lassen, eine höhere Lebensdauer aufweisen, weniger Platz beanspruchen und wartungsfreundlicher sind. In der Schweiz sind Bosch Rexroth, Festo, Norgren und SMC die wichtigsten Anbieter von Pneumatikprodukten.

Lesen, rechnen, schreiben

Eine automatisierte Anlage ist hierarchisch aufgebaut: Die Steuerung ist der Master, die Sensoren und Aktoren sind die Slaves. Die Steuerung bestimmt also, wer wann kommunizieren darf. Während dem Betrieb liest die Steuerung die Sensoren, berechnet die neuen Werte und gibt sie an die Aktoren aus, also an die Motoren und Ventile. Wichtig ist, dass dieser Zyklus von lesen, rechnen und schreiben innerhalb einer bestimmten Zeit, der Zykluszeit, abläuft. Nur dann ist garantiert, dass die Steuerung in Echtzeit arbeitet. Je nach Anwendung liegt die Zykluszeit zwischen einer halben Millisekunde, wie bei synchronisierten Antrieben, und hundert Millisekunden in der Prozesstechnik, beispielsweise der Biergärung.

Wenn man heute von einer SPS-Steuerung spricht, meint man ein robustes Gerät, das sich auf die Hutschiene aufschnappen lässt. Seit Ende der 90er-Jahre gibt es auch PC-basierte Steuerungen. Diese nutzen einen PC mit einer Steuerungssoftware, man spricht von einer Soft-SPS. Eine Zeit lang gab es einen Glaubenskampf darum, ob sich PC-basierte Steuerungen für die Industrie eignen oder nicht. Denn einerseits können sie umfangreiche Berechnungen durchführen und die Resultate grafisch darstellen, andererseits haben viele Benutzer Angst vor Softwareabstürzen, wie sie sie aus der Bürowelt kennen. Heute wachsen die beiden Systeme auf Hardware-Ebene zusammen, denn eine SPS ist nichts anderes als ein kleiner Industrie-PC mit entsprechender Software. Der Unterschied liegt einzig darin, dass die Soft-SPS auf einem Windows-Betriebssysteme läuft, während die SPS ein firmenspezifisches Betriebssystem hat. Grundsätzlich hat die PC-basierte Steuerung den Vorteil, dass bereits Treiber und Schnittstellen für die Kommunikation (Ethernet) und Anzeigen zur Verfügung stehen. Wer nichts visualisieren muss und nicht mit der Umwelt kommunizieren will, kann eine kleinere und günstigere SPS kaufen.

Offen, aber doch nicht kompatibel

Mit den Feldbussen wurde eine offene Plattform geschaffen, über die Geräte verschiedener Firmen Daten austauschen können. Dies funktioniert recht gut bei einfachen Sensoren oder Aktoren. Steuerungen aus verschiedenen Feldbusfamilien können aber dennoch nicht miteinander kommunizieren, denn die oberen Schichten der Software verstehen sich nicht. Deshalb wurde auf der Prozessleitebene der Standard OPC definiert: OLE for Process Control. Im Prinzip ist es eine Datenbank, auf die die verschiedenen Systeme zugreifen. OPC widerspiegelt, wie Windows in der Automation Einzug hält, denn OPC benutzt die DCOM-Objekte von Microsoft.

Auf der Steuerungsebene hingegen gibt es keinen einheitlichen Standard, wie die Geräte verschiedener Systeme aufeinander zugreifen könnten. Sie können sich zwar über den Feldbus ansprechen, sie kommunizieren aber in verschiedenen Sprachen. Es fehlen standardisierte Treiber, wie man sie aus der PC-Welt kennt – wenn man zum Beispiel einen neuen Drucker installiert. Die FDT/DTM-Technologie führt für das Engineering solche Treiber ein. Die Technologie kommt aus der Prozessautomation und steckt noch in den Kinderschuhen, die Hersteller von Antrieben zeigen aber bereits Interesse. Voraussichtlich können die Treiber aber nicht in Echtzeit genutzt werden. Es bleibt also eine Serviceschnittstelle.

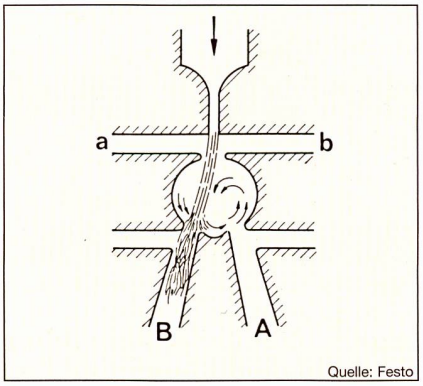


Bild 4 Freistrahlelement: Pneumatischer Verstärker
Mit geeigneten Kanälen und Formen lassen sich erstaunliche Funktionen bilden: Flip-Flops, Relais, logische Verknüpfungen usw.

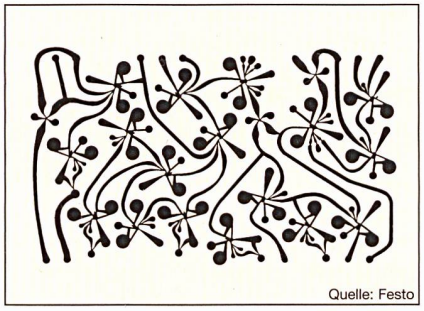


Bild 5 Pneumatische Leiterplatte
Aus verschiedenen Metallschichten wurden integrierte pneumatische Schaltungen erstellt.

Sensoren messen und informieren

Eine Steuerung nützt nichts, wenn sie keine Informationen bekommt. Diese liefern ihr die Sensoren. Sie messen einen physikalischen Wert wie die Temperatur, eine Distanz oder schlicht, ob etwas da ist oder nicht. Als Schnittstelle zur Steuerung hat sich neben dem digitalen Ja/Nein-Signal ein Stromsignal zwischen 4 und 20 mA durchgesetzt. Fliesst kein Strom, weiss die Steuerung, dass der Sensor defekt ist. Ein Stromsignal ist robuster gegenüber elektromagnetischen Störungen als eine Spannung. Die Eingänge der Sensoren werden meist in dezentralen Ein- und Ausgabemodulen zusammengefasst und über ein Feldbuskabel an die Steuerung weitergeleitet.

Die Schweiz ist ein bedeutendes Land im Bereich Sensoren, denn einige grosse Firmen entwickeln und fertigen hier Sensoren. Endress und Hauser stellt in Basel Durchflusssensoren her, Baumer Electric in Frauenfeld ist bekannt für ihre optischen Sensoren, Cedes beliefert aus Chur die ganze Welt mit Lichtschranken für Aufzüge.

Aktoren führen aus

Während ein Sensor etwas misst, führt der Aktor aus, was die Steuerung befiehlt. Ein Aktor kann ein Ventil, ein Motor oder eine Lampe sein. Spezielle Aktoren sind die Motoren und Antriebe. Wobei man in der Automation mit Antrieb meist die Leistungselektronik meint, die den Motor ansteuert. Die Antriebstechnik wird aber auch als Oberbegriff verwendet, der die Motoren einschliesst.

Es gibt Gleichstrommotoren, Wechselstrommotoren – mit einer oder drei Phasen – und Servomotoren. Die SPS kann die Motoren nicht direkt ansteuern, da sie zuwenig Leistung schalten kann. Sie gibt die Befehle an eine Leistungselektronik, dem Antrieb oder einem Schütz[3]. Bei einem Wechselstrommotor ist der Antrieb ein Frequenzumrichter, der den Motor je nach Drehzahl mit einer angepassten Frequenz stimuliert. Für Gleichstrommotoren gibt es entsprechende Gleichstromsteller; der Bedarf an Gleichstrommotoren nimmt allerdings stark ab – sie werden praktisch nur noch eingesetzt, um bestehende Anlagen zu modernisieren.

Am weitesten verbreitet sind die asynchronen AC-Motoren, da sie günstig und

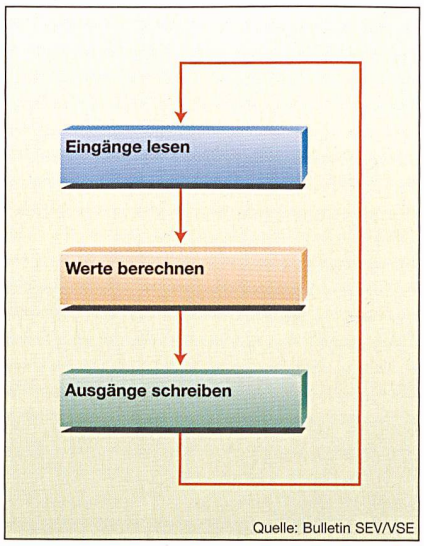


Bild 6 Ablauf der Steuerungssoftware

fachbeiträge

Für welchen Feldbus soll man sich entscheiden?

Ein Feldbus ist nicht nur eine Kommunikationsplattform – wer sich für ein System entscheidet, hat sich auch für eine ganze Reihe von Anwendungen und Funktionen entschieden, von der physikalischen Ebene bis in die Anwendungsssoftware. Jedes System arbeitet mit eigenen Softwareprofilen für die Sensoren und Aktoren. Damit wird festgelegt, wie die Daten, zum Beispiel von einem Temperatursensor, übergeben werden. Wenn die Steuerung das Softwareprofil des Sensors nicht kennt, kann sie mit den Daten nichts anfangen, auch wenn diese übertragen wurden. Umgekehrt ist es kein Problem, wenn die Übertragung vom AS-Interface über den Profibus zu Ethernet wechselt, solange die Steuerung am Ende das Profil des Sensors kennt – wenn, wie in diesem Fall, alles in der Profibuswelt bleibt.

Profibus (Siemens)
Der Profibus ist der am weitesten verbreitete Standard in Europa (10 Mio. Knoten verkauft). Es gibt ihn als Profibus DP für die Fabrikautomation und als Profibus PA für die Prozessautomation. Der Profibus-Verband mit hauptsächlich deutschen Firmen kontrolliert und entwickelt den Standard, Siemens ist das treibende Mitglied.

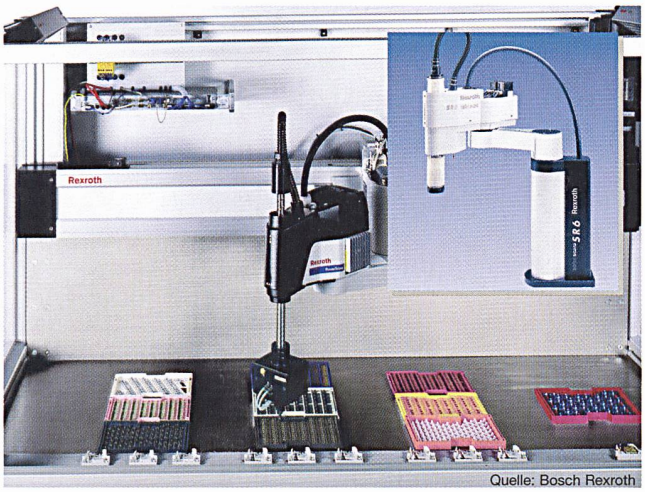
Interbus (Phoenix Contact)
Der Interbus war in den frühen 90er-Jahren der erste Feldbus, der sich im grösseren Stil verbreitete (heute 6 Mio. Knoten verkauft). Das Spezielle an diesem Bus ist, dass auf der physikalischen Ebene nur ein Datenframe der Reihe nach durch alle Teilnehmer geht, wie durch ein Schieberegister. Die Geräte schreiben ihre Daten hinein oder lesen sie heraus. So konnte man schon früh sehr schnelle Prozesse steuern (Fabrikautomation). Heute nähert sich die Interbus-Gemeinde dem Profibus an, zumindest in der Ethernet-Version. Hier entwickelt Interbus kein eigenes System mehr und arbeitet mit Profinet.

DeviceNet/ControlNet (Rockwell)
In den USA sind Allen-Bradley-Steuerungen, die heute von Rockwell vertrieben werden, ähnlich verbreitet wie die Siemens-Steuerungen in Europa (weltweit 4 Mio. Knoten). Das DeviceNet wurde mit dem schnelleren ControlNet ergänzt. DeviceNet und ControlNet werden in den USA in der Fertigungsautomation eingesetzt, in Europa sind sie wenig verbreitet.

CC-Link (Mitsubishi)
CC-Link kommt aus Asien und ist dort in der Fabrikautomation verbreitet (2 Mio. Knoten).

Modbus Plus (Schneider Electric)
Der Modbus wurde ursprünglich von der Firma Modicon in den USA entwickelt und gehört heute der Firma Schneider Electric. Wirklich offen ist das Protokoll seit April 2004, als Schneider die Urheberrechte an den Verband Modbus-IDA übergab. Die IDA war ursprünglich eine Gruppe europäischer Firmen, die einen unabhängigen, offenen Ethernet-Standard durchsetzen wollte. Die Firma Jetter engagierte sich stark für die IDA, hatte aber wenig Erfolg damit. Der Modbus ist weltweit verbreitet, ist aber nirgendwo marktführend. Er wird häufig eingesetzt, um Steuerungen auf höheren Ebenen zu verbinden.

Foundation Fieldbus
Foundation Fieldbus kommt aus den USA, aus der Prozesstechnik. Es ist ein relativ langsamer Bus, der aber



Quelle: Bosch Rexroth

Bild 7 Scara-Roboter
Scara-Roboter bewegen sich nur auf einer horizontalen Ebene

wartungsarm[4] sind. Im Vergleich dazu können die Servomotoren zwar in genau definierten Schritten gesteuert werden, sind aber teuer und nur in einem beschränkten Leistungsbereich erhältlich. Sie werden eingesetzt, wenn etwas schnell beschleunigt oder abgebremst werden muss, zum Beispiel zur Positionierung und für Pick&Place-Anwendungen, oder generell, wo ein grosser Regelbereich mit hoher Genauigkeit abgedeckt werden muss.

Ein weiterer spezieller Motor ist der Linearantrieb. Hier dreht sich keine Welle, sondern ein Schlitten bewegt sich auf einer Schiene, wie wenn der Motor aufgeschnitten und flach auf den Boden ausgerollt wird. Der Linearantrieb eignet sich für Anwendungen mit hoher Dynamik; er ist jedoch teuer.

Roboter füllen die Pralinenschachtel

Bei den Robotern unterscheidet man zwischen Handlingsgeräten, die einfache Bewegungen ausführen, und den typischen Robotern, die aus Metall-Armen mit Gelenken bestehen. Die Arme werden durch Motoren und Getriebe bewegt. Man unterscheidet zusätzlich zwischen den Knickarm- und den Scara-Robotern. Der Scara-Roboter hat nur vertikale Achsen, der Arm bewegt sich also auf einer horizontalen Ebene. Er legt zum Beispiel die Pralinen in eine Schachtel. Lediglich der Greifer an der Spitze hebt das Werkstück an – oder die Praline. Ein Knickarmroboter dagegen hat nach der ersten vertikalen Achse mindestens zwei horizontale Achsen und kann damit komplizierte Bewegungen im Raum vollziehen. So schweissen zum Beispiel Knickarmroboter die Karosserie eines Autos zusammen. Je mehr Achsen ein Roboter hat,

die speziellen Bedürfnisse der Chemie- und Lebensmittelindustrie unterstützt, vor allem in explosionsgeschützten Bereichen.

AS-Interface
Das AS-Interface ist eine einfache, günstige Schnittstelle für binäre[7] Sensoren und Aktoren. Da bis zu 10 A über dieselbe Zweidrahtleitung übertragen werden können, fällt ein separates Speisungskabel weg. Auf höherer Ebene, zwischen Steuerungen oder zu Antrieben, wird das AS-Interface nicht verwendet.

Sercos (Bosch Rexroth)
Sercos ist ein Feldbus für Antriebe. Der Standard wurde von mehreren Firmen zusammen entwickelt, weil die bestehenden Feldbusse zu langsam waren für komplexe Antriebsysteme. Es ist ein schneller Bus, der auf Lichtwellenleitern basiert.

CAN (Bosch)
Der CAN-Bus wurde ursprünglich von Bosch entwickelt, um Geräte in Fahrzeugen zu verbinden, zum Beispiel die Motorsteuerung mit dem ABS. Der Bus wurde für die allgemeine Automation erweitert, zum CANopen-Bus. Einige Feldbusse basieren in den unteren Schichten auf den CAN-Profilen, zum Beispiel das DeviceNet oder bei den Ethernetlösungen Powerlink und Ethercat. CANopen wird in Anlagen für kurze Distanzen verwendet.

LON (Echelon)
Der LON-Bus wurde von der Firma Echelon in den USA für die Gebäudeverkabelung entwickelt. Es ist ein Bus für die oberen Ebenen der Gebäudeautomation mit leistungsfähigen Funktionen, dafür relativ kompliziert zum Einsetzen.

EIB
Der Europäische Installationsbus wurde für einfache Elektroninstallationen wie Lichtschalter entwickelt (für tiefe Datenraten). Er ist einfach einzusetzen und in Europa verbreitet (untere, einfache Ebenen der Gebäudeautomation).

Industrial Ethernet
Das Ethernet und das TCP/IP-Protokoll haben sich in der Bürowelt durchgesetzt. Es überträgt grosse Datenmengen und seine Netzstruktur ist flexibel. Die Komponenten sind billig, und in Computern ist die Ethernetschnittstelle oft schon vorhanden. Für die Hersteller von Steuerungen liegt es deshalb nahe, Ethernet als Feldbus einzusetzen. Ethernet ist aber nicht deterministisch, das heisst, man kann nicht mit Sicherheit sagen, wie lange ein Datenpaket unterwegs ist. Verschiedene Firmen haben nun das Protokoll angepasst, um es echtzeitfähig zu machen. So kann ein Master bestimmen, wer wann kommunizieren darf.
Leider sind die Anpassungen proprietär, wiederum konnten sich die Firmen nicht auf eine Lösung einigen. Profinet, die Ethernet-Lösung der Profibusvereinigung, wird sich in Europa durchsetzen können, Ethernet/IP von Rockwell in den USA. Powerlink ist eine Lösung, von der es bereits Produkte gibt und die sich wohl in Nischen wie den Antrieben halten wird. Es wurde ursprünglich von B&R Automation entwickelt. Eine interessante Lösung bietet Beckhoff mit dem Ethercat. Es funktioniert ähnlich wie der Interbus, es wird nur ein Datenframe durch alle Teilnehmer hindurchgeschickt. Dadurch ist es schnell und kann viele Teilnehmer einbinden. Es ist allerdings schon weit vom TCP/IP-Standard entfernt. Powerlink und Ethercat benutzen CAN-Profile.

desto komplizierter sind die Bewegungen, die er machen kann – er wird aber auch langsamer, da er mit jeder zusätzlichen Achse auch einen zusätzlichen Servomotor mit Getriebe mitbewegen muss. Deshalb haben Roboter meist 4 bis maximal 6 Achsen.

Neben den Knickarm- und den Scara-Robotern gibt es eine Reihe von Robotern für spezielle Anwendungen. Ein wichtiges Element am Roboter, über das sich die Ingenieure oft den Kopf zerbrechen, ist der Greifer. Wie soll der Roboter das Werkstück fassen? Es gibt Zangen, Saugnäpfe oder Magnete. Häufig braucht es allerdings Sonderanfertigungen. Typische Roboterhersteller sind ABB oder Kuka.

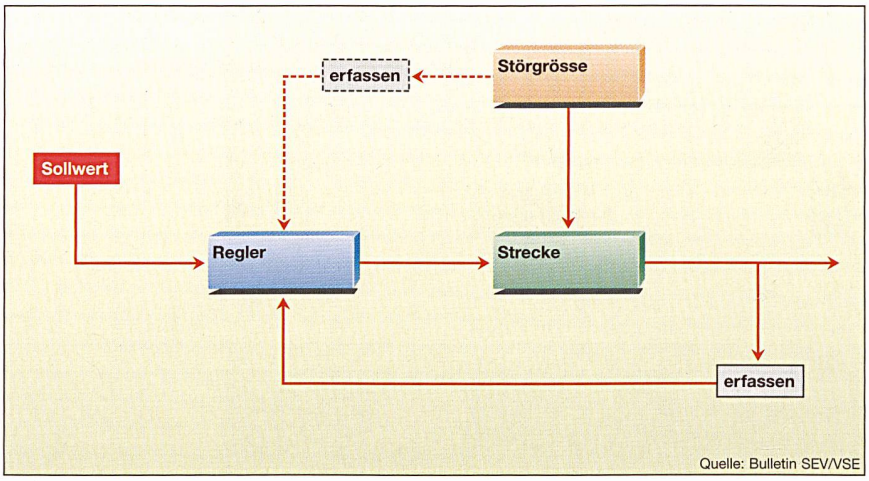


Bild 9 Regelung von Systemen

Wie werden die Motoren geregelt?

Wer eine Steuerung und einen Antrieb kauft, muss die PID-Regler[5)] nicht selbst programmieren. In den Frequenzumrichtern sind je ein PID-Regler für die Drehzahl und den Strom integriert, sie müssen nur noch parametriert werden. Für die überlagerte Regelung, zum Beispiel der Zug- oder Druckregelung, liefern die Hersteller entsprechende Softwaremodule für die SPS. Müssen mehrere Achsen synchronisiert werden, wird eine Königswelle (Hauptachse) bestimmt, und die Nebenachsen werden über Kurvenscheiben angesteuert, sofern sie nicht einfach in der gleichen Geschwindigkeit mitlaufen. Früher waren die Kurvenscheiben mechanisch, heute drehen sie virtuell in der Steuerung.

Weniger Kabel dank Bus

Bevor sich die Feldbusse durchsetzten, also bis Anfang der 90er-Jahre, waren Sensoren und Aktoren einzeln verdrahtet. Das heisst, von jedem Sensor ging ein Kabel bis zur Steuerung. Kabelbäume prägten die Schaltschränke. Heute führt ein dezentrales Ein- und Ausgabemodul vor Ort, erst hier wird der Sensor angeschlossen. Das E/A-Modul kommuniziert über den Feldbus mit der Steuerung und kann in Schutzart IP65 oder gar IP67 ausgeführt sein, also wasser- und staubdicht. Da ein Feldbus echtzeitfähig sein muss, konnten keine bestehenden Bussysteme wie Ethernet aus der Bürokommunikation verwendet werden. Einige Firmen entwickelten ihre eigenen Busse, Phoenix Contact zum Beispiel den Interbus. Ein ganzes Konsortium von deutschen Firmen und Instituten, unter ihnen Siemens als treibendes Mitglied, entwickelten den Profibus; die Franzosen entwickelten WorldFIP. Es begann der Kampf um die Kunden. Die meisten Bussysteme sind heute offen gelegt, denn nur so sind andere Hersteller bereit, die Technologie zu unterstützen.

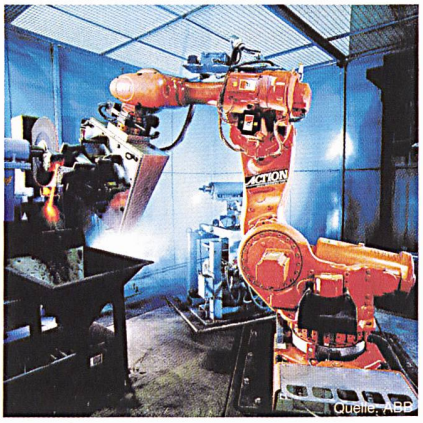


Bild 8 Knickarmroboter

Knickarmroboter haben eine vertikale und mehrere horizontale Achsen. Damit können sie komplexe Bewegungen ausführen.

Die IEC wollte in den 90er-Jahren einen einzigen, normierten Bus festlegen, konnte sich aber nicht durchsetzen, da die Interessenskonflikte zwischen den Herstellern zu gross waren. Heute sind in der Norm IEC 61158 von 1999 sieben Busse aufgeführt, unter ihnen der Profibus, WorldFIP, Interbus, das ControlNet und der Foundation Fieldbus. Ähnlich ist es beim Ethernet, denn mittlerweile gibt es Hersteller, die das Ethernet so modifiziert haben, dass es echtzeitfähig ist. Es sind aber wieder proprietäre[6)] Systeme, die von einer Firma entwickelt wurden und nun offen gelegt werden. Die IAONA versuchte, die Firmen auf einen einzigen Standard zu bringen – es gelang ihr aber nicht. Heute beschränkt sie sich darauf, über Ethernet zu informieren.

Bild 10 Das Abfüllen von Flaschen ist eine typische Anwendung der Industrieautomation

Die Feldbusse werden von Nutzerorganisationen gepflegt. Bei Profibus, dem wichtigsten Feldbus in Europa, ist es der Verband Profibus International. Die Firma Siemens ist hier klar das wichtigste Mitglied und entscheidet oft, wohin neue Entwicklungen gehen. Dies sieht man bei Profinet, der Ethernet-Version des Profibusses. Bei den Profibus-Fachgruppen besetzen Mitarbeiter von Siemens etwa die Hälfte der Vorsitze. Dasselbe gilt natürlich für den Interbus von Phoenix Contact oder für das ControlNet von Rockwell.

Welche Firmen beherrschen den Schweizer Markt?

In Europa hat sich der Profibus mit einem Marktanteil von über 50% durchgesetzt. Das heisst aber nicht, dass jeder bei Siemens einkauft, denn es gibt diverse Hersteller, die Sensoren und Akto-

ren für den Profibus anbieten. Bei den Steuerungen führt Siemens den Markt klar an – in Europa und auch in der Schweiz. Weitere, mittelgrosse Automatisierer in der Schweiz sind die ABB, GE Fanuc oder Rockwell. ABB verkauft vor allem Roboter, GE Fanuc Steuerungen für CNC-Maschinen. Rockwell vertreibt seine Allen-Bradley-Steuerungen aus den USA (und die Relais der ehemaligen Sprecher und Schuh). Auch Schneider Electric, Moeller, Saia und Omron sind bedeutende Anbieter in der Schweiz, mit Kleinsteuerungen, zum Beispiel für CNC-Maschinen, und mit Steuerungen für die Gebäudeautomation. Während Schneider Electric französische Wurzeln hat, ist Saia eine urschweizerische Firma aus Murten. Bosch Rexroth ist in der Schweiz bekannt für ihre Antriebe und Pneumatik/Hydraulik-Produkte. Kleinere Anbieter in der Schweiz sind B&R Automation, Beckhoff oder Matsushita. Sie besetzen Nischen, B&R mit Steuerungen für komplexe Antriebssysteme, Beckhoff mit PC-basierten Steuerungen.

Neben den Herstellern von Steuerungen und Antrieben gibt es eine Reihe von Lieferanten für Zubehör wie Klemmen, Kabeln oder Stromversorgungen. Hirschmann oder Phoenix Contact sind typische Firmen für Infrastruktur- und Netzwerkkomponenten. Daneben gibt es dutzende Ingenieurbüros, die Anlagen planen und in Betrieb nehmen. Der Automationsmarkt widerspiegelt somit die Schweizer Wirtschaft – mit vielen kleinen und mittleren Unternehmen, die sich locker in Branchenverbänden wie dem SAP, der IAONA oder dem Profibus-Verband organisieren.

Weiterführende Literatur

Walter Kaspers/Küfner: Messen – Steuern – Regeln: Elemente der Automatisierungstechnik, Vieweg Verlag, 2002 (6. Auflage)

W. Kriesel, T. Heimbold, D. Telschow: Bustechnologien für die Automation, Hüthig Verlag, 2000 (2. Auflage)

Achim Gröger: Gebäudeautomation, Grundlagen und Planung, Expert Verlag, 2002

Angaben zu den Autoren

Guido Santner, Dipl. El.-Ing. ETH, ist Redaktor des *Bulletins SEV/VSE*. Folgende Experten arbeiteten am Artikel mit: Jürg Spillmann (Indur), Ruedi Felder (Electrosuisse), Dietmar Tröndle (ABB), Martin Maag (Festo), Stefan Schnider (Siemens).
Electrosuisse, 8320 Fehraltorf,
guido.santner@electrosuisse.ch

[1] In der deutschen Sprache kann man sowohl Automation als auch Automatisierung verwenden, es heisst dasselbe. Automation kommt ursprünglich aus dem Englischen, wird heute aber bereits häufiger verwendet.

[2] Wandstrahlelemente sind logische Tore (Und, Oder, Flip-Flop) für die Pneumatik. Es wurden auch pneumatische Zeitrelais, Näherungsschalter und binäre Addierer entwickelt. In den 70er-Jahren boomte diese Technik, da man dachte, dass die Pneumatik die Elektronik in der Automation verdrängt.

[3] Ein Schütz funktioniert wie ein Relais: Er schaltet je nach Eingangssignal die 3-phasige Antriebsleistung des Motors.

[4] Der AC-Motor ist wartungsarm, weil er keine Bürsten hat.

[5] Ein PID-Regler ist ein typischer Regler, wie er schon in der analogen Elektronik verwendet wurde. Er arbeitet mit einer proportionalen, einer integrierenden und einer differenzierenden Komponente – daher der Name PID.

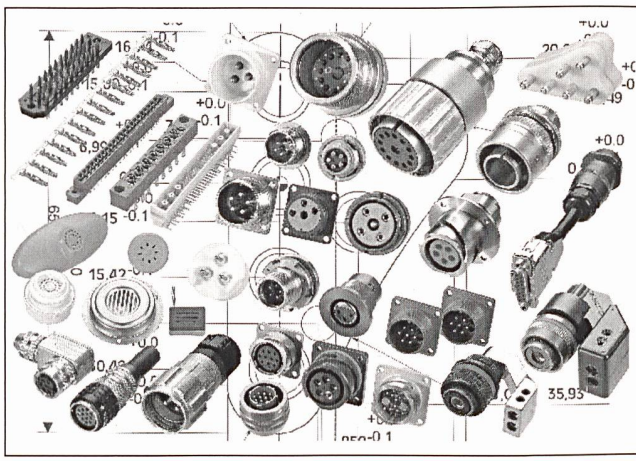
[6] Eine proprietäre Software ist nicht offen, sie wird von einem einzigen Hersteller angeboten und gepflegt.

[7] Binär: entweder 1 oder 0, ein- oder ausgeschaltet. Kein Wert dazwischen.

Automation: des machines se chargent du travail

Série d'articles sur l'automation: Avant-propos (1)

Les robots se chargent pour nous des travaux pénibles, et ainsi nous restons concurrentiels en Suisse avec nos salaires élevés. Pour l'industrie automobile allemande par exemple, la Suisse est un important fournisseur de pièces détachées fabriquées à la machine. Mais non seulement des pièces de précision destinées à l'industrie sont fabriquées par des robots, même le rouleau de papier WC est enroulé automatiquement. Une série d'articles montrera dans les numéros suivants du *Bulletin SEV/AES* ce qui se passe derrière les coulisses de l'automation.



EMCT SA
ELECTRO MECHANICAL COMPONENT TECHNICS
www.emct.ch

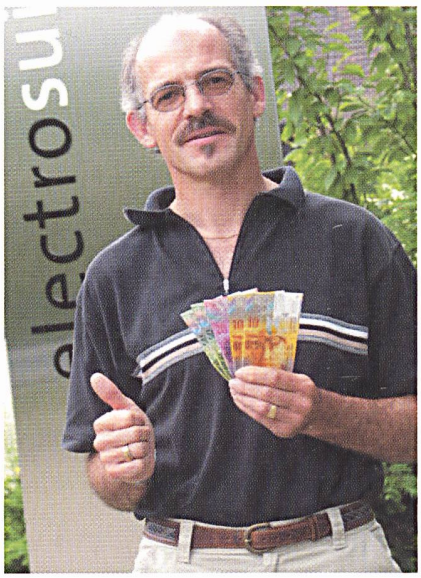
EMCT SA EHRENSPERGER ELECTRONICS SWITZERLAND

POSTFACH 241, GRUBENSTR. 7
CH-3322 SCHÖNBÜHL/BERN TELEFON +41 (0)31 859 34 94
E-MAIL: Info@emct.ch TELEFAX +41 (0)31 859 20 17

Steckverbinder, MIL-C & **Eigenfabrikation**
Alarm / Schallgeber Steckverbinder Relais
Ringkerntransformatoren Kabel & Zubehör Elektromagnete
Piezo-Schallgeber Electronic-Summer
EMCT, Swiss made, high quality buzzers and access to worldwide connector technology.
24 HRS. Information & Service W3.emct.ch

Kleine Investition, grosser Nutzen

Haben Sie auch schon einmal das dumpfe Gefühl gehabt, beruflich nicht mitreden zu können? Wurde Ihnen bei Berufs-Aufstiegsmöglichkeiten eine andere Person vorgezogen? Könnte es sein, dass die andere Person einfach mehr wusste? Um diesen bohrenden Fragen zu entgehen, empfehlen wir Ihnen eine Mitgliedschaft bei Electrosuisse. Mit einer kleinen Investition (Fr. 140.– pro Jahr) eröffnen Sie sich ungeahnte Möglichkeiten, um an Personen und an Wissen und damit an Erfolg heranzukommen. Kluge Köpfe investieren jetzt und nutzen die Vorteile des Wissensvorsprungs laufend! Fragen Sie uns – wir helfen Ihnen!



Jörg Weber, Leiter Verbandsaktivitäten

Electrosuisse – die nationale Plattform für Elektrotechnik

- Electrosuisse, der ehemalige SEV, ist der anerkannte Fachverband für Informations-, Energie- und Elektrotechnik.
- Ihre Mitglieder sind dank der laufend vermittelten, kompetenten Informationen auf dem neuesten Stand der Technik.
- Sie sind damit nachhaltig und konsequent in deren beruflichen Weiterbildung unterstützt.

Die Fachgesellschaften

Mit den Fachgesellschaften bietet Electrosuisse ihren Mitgliedern die Möglichkeit, sich ihren beruflichen Bedürfnissen entsprechend zu informieren und weiterzubilden.

ETG (Energietechnische Gesellschaft)

Die ETG ist das nationale Forum zur Behandlung aktueller Fragen und Probleme auf dem Gebiet der Energietechnik.

ITG (Informationstechnische Gesellschaft)

Die ITG ist der nationale Treffpunkt zur Information über den neuesten Stand der Technik in ausgewählten Gebieten der Elektronik, Informationstechnik und industriellen Automatik.

Elektrotechnische Normung (CES)

Mitglieder haben die exklusive Möglichkeit, direkt in der elektrotechnischen Normung mitzuarbeiten und zu profitieren.

Bulletin SEV/VSE

Die Fachzeitschrift, die Sie in den Händen halten, versorgt Sie alle 14 Tage mit den neuesten Informationen aus der gesamten Elektrobranche.

Vorteile Ihrer Mitgliedschaft

- Networking, d.h. Pflege und Erweiterung Ihres Beziehungsnetzes zu anerkannten Fachkollegen und zu Hochschulen des In- und Auslandes
- Fachzeitschrift Bulletin SEV/VSE, u.a. mit regelmässigen News zur ETG/ITG
- Bis 40% Vergünstigungen bei Tagungen, Events und Produkten

Was Sie noch wissen sollten ...

- Die Electrosuisse-Mitgliedschaft mit sämtlichen Vorteilen erhalten Sie für nur 140 Franken pro Jahr.

Kontakt

joerg.weber@electrosuisse.ch
Tel. 01 956 11 70

Bei uns beginnt die Zukunft früher ... electrosuisse