

# Automatisieren mit SPS

## Übersichten und Übungsaufgaben

Wellenreuther, Günter  
Zastrow, Dieter

ISBN 3-528-13960-9

### Erläuterungen und Hinweise für Lehrer an beruflichen Schulen

#### Übersicht:

1. Inhalt des Buches.....	1
2. Konzeption und Lernmöglichkeit.....	2
3. Einsatz des Buches im lernfeldorientierten Unterricht.....	3
4. Programmierung und Simulation.....	4
5. Erforderliche Programmiersoftware.....	5

#### 1. Inhalt des Buches:

- Kap 1. Einfache Programme im Baustein PROGRAMM (OB 1)  
SPS-System, Grundverknüpfungen, Programmierung (STEP 7); Programmtest durch Simulation (PLCSIM); Programmaufbau und Variablendeklaration
- Kap 2. Zusammengesetzte Grundverknüpfungen  
SPS-Programm aus Funktionstabellen
- Kap 3. Speicherfunktionen, Flankenauswertung,  
Umwandlung von Schütz- und elektropneumatischen Steuerungen
- Kap 4. Zeitfunktionen, Taktsignale  
Zählfunktionen, freigrafischer Funktionsplan
- Kap 5. Übertragungsfunktionen  
Vergleichsfunktionen; Sprünge
- Kap 6. Lineare Ablaufsteuerungen ohne Betriebsartenteil  
Funktionsplandarstellung; Bestimmungszeichen; Programmierung
- Kap 7. Lineare Ablaufsteuerung mit Betriebsartenteil  
Struktur einer Ablaufsteuerung; Betriebsartensignale; Bedienfeld; bibliotheksfähige Bausteine für Ablaufsteuerungen.
- Kap 8. Ablaufsteuerungen mit Verzweigung  
Alternativverzweigung; Simultanverzweigung; Kettenschleifen
- Kap 9. Bausteinauswahl  
FC oder FB?
- Kap 10. Lösungsvorschläge Lernaufgaben
- Anhang: Anlagensimulation in der Automatisierungstechnik
- Sachwortverzeichnis
- Hinweiseite: Was bietet die (hinten) beiliegende CD?

## 2. Konzeption und Lernmöglichkeiten

In einigen elektrotechnischen und maschinenbautechnischen Berufen und in entsprechenden Fachschulen ist das Fachgebiet Automatisierungstechnik eng verknüpft mit Speicherprogrammierbaren Steuerungen in der Ausführung als Hardware- oder Software-SPS. In der Praxis der SPS-Programmierung haben sich inzwischen einschneidende Veränderungen auf Grund der SPS-Programmnorm durchgesetzt, die auch in den Unterricht Eingang finden müssen. Hinzu kommt, dass mit den neuen Lernfeldern erweiterte Bildungsziele gesetzt wurden aber die Lernmöglichkeiten der Schüler von Berufs- oder Technikerschulen im Bereich der SPS in der Regel seit Jahren unverändert geblieben sind. *Die erweiterten Anforderungen erweisen sich als zeitaufwändig und reduzieren den erforderlichen Übungsanteil im Unterricht. Mit dem einmaligen Bearbeiten einer komplexen Lernsituation ist der Lernerfolg erfahrungsgemäß nicht zu sichern. Intensives Üben mit dem Ziel, die Grundlagen auch selbst nachzuarbeiten und dabei die eigene Transferfähigkeit zu verbessern, müssen den Schülern überzeugend nahe gelegt werden.* Das vorliegende Buch mit seiner speziellen Konzeption, bestehend aus Übersichten, Einführungsbeispielen, Übungsaufgaben, Lösungsvorschlägen zur Selbstkontrolle und Simulationsmöglichkeiten sowie Software, kann den Schülern helfen, den Anforderungen gerecht zu werden.

- **Übersichten**

Jedes der neun Programmierkapitel beginnt mit einer *tabellenbuchartig gestalteten Übersicht* zu den betreffenden Grundlagen bzw. Standards. Dazu zählen beispielsweise Regeln für die Bausteinauswahl (Funktion FC oder Funktionsbaustein FB), Anleitungen zur Variablendeklaration für ein an der SPS-Norm DIN EN 61131-3 orientiertes Programmieren, anwendbare Lösungsmethoden zur Umsetzung von Aufgabenstellungen in Programme und ein auf die im Kapitel angebotenen Übungsaufgaben abgestimmter STEP 7- Befehlsvorrat, der sich in Schritten bis zur Programmierung von Ablaufsteuerungen, auch unter Verwendung vorgefertigter Bausteine für Ablaufketten und Betriebsartenwahl, erweitert. Die Übersichten enthalten nur Fakten aber keine Erklärungen, für solche sei auf den Unterricht und ergänzend auf das weit verbreitete Lehrbuch *Automatisieren mit SPS, Theorie und Praxis*, erschienen im Vieweg Verlag, verwiesen. Jede Übersicht schließt ab mit einem Beispiel und seiner vollständigen Lösung zum Nachmachen und zur Vorbereitung auf die Übungsaufgaben.

- **Übungsaufgaben = Lernaufgaben + Kontrollaufgaben**

Die Übungsaufgaben umfassen einfache und komplexe Problemstellungen, die hier in *projektorientierte Lernaufgaben* und *prüfende Kontrollaufgaben* unterschieden werden und die durch eine stets angegebene Lösungsleitlinie zu selbstständigem Lernen anleiten soll. Die Übungsaufgaben sind neutral gestellt.

Die Beschäftigung mit den Lernaufgaben hat die Aneignung der in den Übersichten angebotenen Grundlagen zum Ziel und erfordert einen entsprechenden Zeitaufwand. Zur Eigenkontrolle von Lösungen ist eine Hardware-SPS nicht erforderlich, wohl aber ein Programmiersystem mit Simulationsprogramm. Dies kann z.B. STEP 7 mit PLCSIM (Siemens AG) oder CoDeSys (3S-Smart Software Solutions GmbH) sein.

Das Bearbeiten der Kontrollaufgaben dient der Selbstkontrolle in Hinblick auf die Verfügbarkeit des Gelernten in Klassenarbeiten. Im Unterschied zu den Lernaufgaben, die mit einem SPS-Programm abschließen, verlangen die Kontrollaufgaben nur die grundsätzlichen Lösungsschritte ohne Programmausführung.

- **Umfang der Lösungsvorschläge:**

*Allgemeingültige Darstellungen*, die je nach Aufgabenstellung eine Zuordnungstabelle für SPS-Eingänge/-Ausgänge, einen Funktionsplan, eine RS-Tabelle, ein Funktionsdiagramm, eine Schaltfolgetabelle; einen freigrafischen Funktionsplan oder einen Ablauf-Funktionsplan mit Transitionstabelle enthalten können.

Fundstelle: Buch, Kap. 10

*Programmdarstellungen für STEP 7* bestehend aus Deklarationstabellen für Variablen, einer Begründung für die Auswahl des verwendeten Bausteintyps (Funktion FC oder Funktionsbaustein FB) und die Bausteinaufrufe im Hauptprogramm OB1.

Fundstelle: Buch, Kap. 10

*STEP 7-Programme* der Beispiele und Lernaufgaben (gepackt, entpacken in STEP 7 über De-archivieren) zur Ausführung auf einer S7-SPS oder unter PLCSIM.

Fundstellen: CD in Buchrückseite oder bei [www.automatisieren-mit-sps.de](http://www.automatisieren-mit-sps.de)

*CoDeSys-Programme* nach IEC 61131-3-Standard. Die Autoren wollen dem Wunsch vieler Lehrkräfte nach Siemens-unabhängigen Lösungen nachkommen und haben mit dem Erscheinen dieser 2. Auflage für die Beispiele und Lernaufgaben eine CoDeSys-Lösung ins Netz gestellt.

Fundstelle: [www.automatisieren-mit-sps.de](http://www.automatisieren-mit-sps.de)

*Pdf-Dateien* für die Kontrollaufgaben.

Fundstellen: CD in Buchrückseite oder bei [www.automatisieren-mit-sps.de](http://www.automatisieren-mit-sps.de)

### 3. Einsatz des Buches im lernfeldorientierten Unterricht

Lernfeld 7 bei Elektronikern für Automatisierungstechnik / Betriebstechnik umfasst einen sehr anspruchsvollen Lehrstoff, der jedoch nur unter aktiver Beteiligung der Schüler einschließlich häuslicher Aufgabenbearbeitung zu bewältigen sein dürfte. Das ist der Ansatzpunkt dieses unterrichtsbegleitenden SPS-Übungsbuches. Dabei erschließt sich der volle Nutzen des Buches jedoch nur für die Schüler, die einen eigenen PC mit der erforderlichen Programmier-Software am häuslichen Arbeitsplatz zur Fortführung der in der Schule begonnenen Lernaufgaben zur Verfügung haben. Die Programmier-Software muss ein Simulationsprogramm enthalten, um die Lernaufgaben unabhängig von einer SPS-Hardware testen zu können.

Im lernfeldorientierten Unterricht sollen Lernaufgaben als Lernsituationen in enger Kooperation von Schule und Ausbildungsbetrieben so gestaltet werden, dass die fachlichen Qualifikationen vermittelt und die Handlungskompetenz gefördert werden soll. Wie dieser Lernfeldansatz praktisch umgesetzt werden kann, bleibt den Lehrern und Ausbildern überlassen. Der Beitrag dieses kleinen Übungsbuchs zur SPS-Programmierung besteht jedoch darin, dass durchdachte Lernaufgaben mit Lösungsvorschlägen in STEP 7- oder CoDeSys-Programmierung zusammen mit Materialien wie Übersichten, Programmierungsbausteinen und Anlagenmodellen sowie einem Bedienfeldvorschlag zur Verfügung gestellt werden.

- **Beispiel: Ablaufsteuerung mit Bedienfeld**

Wird für den Unterricht im Lernfeld 7 beispielsweise die Ablaufsteuerung als die wohl wichtigste Form einer SPS-Aufgabe ausgewählt, so könnte der Lehrer mit seinen Schülern vereinbaren, dass im Betrieb Bedienfelder von Maschinen zu erkunden sind, um dann im Unterricht herauszuarbeiten, was allen Bedienfeldern gemeinsam ist und welche Betriebsarten für Steuerungen vorzusehen sind, um auch die Arbeitssicherheit für den Maschinenbediener zu gewährleisten. Der Maschinenwerker geht schließlich davon aus, dass seine Maschine ihn selbst bei Fehlbedienungen nicht gefährden wird. Die Schüler könnten auch der Frage nachgehen, welche Programmteile der Steuerung mit dem Bedienfeld zusammenarbeiten und ob diese Programmteile standardisiert sind, weil sich doch die Bedienungsprobleme an jeder Maschine wiederholen. Wünschbar ist auch, wenn die Schüler im Betrieb selbst in Erfahrung bringen, warum gerade der Ablaufsteuerungstyp günstig ist, um bei Anlagenstillstand, schnell den Fehler zu finden, der ja meistens in der angeschlossenen Sensorik liegt. Eine solche Erkundung würde die Einführung des Ablaufkettenprinzips im Unterricht durch mehr Schülerbeiträge sicher erleichtern und praxisnäher gestalten lassen. Die Beispiele zur Beteiligung der Schüler im Umfeld des Unterrichtsthemas ließen sich fortsetzen. Jedoch: Diesen Teil der Unterrichtsvorbereitung will und kann das kleine Übungsbuch zur SPS-Programmierung dem Lehrer nicht abnehmen und auch nicht den Schülern schriftlich vorgeben. Der Grund: Das Lernmedium Buch hat seine Stärke nicht im situationsabhängigen Organisieren von Unterricht. Das können Lehrer oder Ausbilder vor Ort in Absprache mit ihren Schülern oder Auszubildenden viel besser und aktueller. Das Übungs-Fachbuch kann jedoch Lernaufgaben einschließlich der oben beschriebenen fachlichen Unterstützung als Teil einer Lernsituation anbieten und so z.B. helfen, eine komplexe Ablaufsteuerung mit Ablaufkette, Betriebsartenteil, Bedienfeld und ggf. sogar mit einer Anlagensimulation in kurzer Zeit und moderner Vorgehensweise in Betrieb zu nehmen, um daran selbstständig zu lernen. Eine geeignete Aufgabenstellungen zur Einführung wäre das Beispiel 7.1 (Biegewerkzeug mit Bedienfeld unter Verwendung von Bibliotheksbausteinen) und zur Übung die Lernaufgaben 7.1 (Rührkessel). Je nach zur Verfügung stehender Zeit, können zur Vertiefung noch die weitere Lernaufgaben 7.2 bis 7.5 bearbeitet werden. Jede dieser Aufgaben enthält eine kleine Anpassung des Bedienfeldes an die jeweilige Aufgabe. Damit soll auch gezeigt werden, wie trotz erforderlicher Standardisierung flexibel auf die Erfordernisse der jeweiligen Anlage reagiert werden kann. Zur Lernerfolgskontrolle kann eine Auswahl der Kontrollaufgaben 7.1 bis 7.6 in einer Klassenarbeit verwendet werden.

#### 4. Programmierung und Simulation

Aufgabenlösungen können nicht rein theoretisch bleiben, sondern verlangen nach einer Ausführungskontrolle. Im Laborbetrieb der Schule steht dafür eine entsprechende SPS-Hardware-Ausrüstung zur Verfügung stehen. Für den eigenen Computer zu Hause genügt in den meisten Fällen das zum verwendeten SPS-Programmiersystem gehörende Simulationsprogramm, um die Funktion einer eigenen oder im Buch mitgelieferten Programmierlösung zu testen.

Eine neue Qualität erhält Simulationen durch dynamisierte Anlagenmodelle passend zu den Aufgabenstellungen. Zwei vollfunktionsfähige Anlagensimulationen zeigen wie es geht. Die in der Buchrückseite beiliegende CD enthält die Anlagen-Simulationen "Biegewerkzeug" und "Rührkessel" aus dem Kapitel 7, die in eine SIMIT Runtime-Version integriert sind und alle Funktions- und Kopplungsmöglichkeiten der Vollversion des Programms erlaubt. Eine Kurzanleitung befindet sich auf der CD.

Um fortgeschrittenen Benutzern dieses Buches den Arbeitsaufwand zum Erstellen der Anlagenmodelle zu ersparen, stehen dynamisierte Anlagenmodelle für alle Beispiele und Lernaufgaben kostenfrei zur Verfügung (interessant für Lehrer, allerdings benötigt man dann auch das Simulationsprogramm SIMIT).

Fundstellen: CD in der Buchrückseite und bei [www.automatisieren-mit-sps.de](http://www.automatisieren-mit-sps.de)

## 5. Erforderliche Programmier-Software

Dieses Lernbuch führt auf praxisgerechtem Wege in die SPS-Programmierung ein. Dabei erschließt sich der volle Nutzen des Buches jedoch nur für die Schüler, die für ihren eigenen PC die erforderliche Software zur Verfügung haben.

Wegen der Übereinstimmung mit der auf STEP 7 bezogenen Übersichtsseiten ist dem Buch die Programmier-Software STEP 7 V5.3 mit S7-Graph, S7-SCL und S7-PLCSIM auf CD in einer 14 Tage-Version zum Kennenlernen beigelegt. Voraussetzung ist das PC-Betriebssystem Windows XP-Professional (eventuell genügt auch Windows XP-Home mit Servicepack 2 oder Windows 2000-Professional auf dem Rechner).

Zum Lernen benötigt man selbstverständlich eine wesentlich längere Nutzungszeit, d.h. die Schule muss hier helfen, um den Schülern die erforderliche Lizenz einer kostengünstigen Schüler-Version zu vermitteln. Hier bietet Siemens derzeit eine Hausaufgabensoftware mit einer Laufzeit von 365 Tagen an. Diese ist allerdings nur erhältlich, wenn an der Schule ein STEP7-Trainerpackage vorhanden ist. Nähere Informationen siehe [www.siemens.de/sce](http://www.siemens.de/sce).

Wird die SPS-Programmierung unter CoDeSys gelehrt, so kann diese SPS-Programmiersoftware von der Homepage der Firma 3S-Smart Software Solution unter

[www.3s-software.com](http://www.3s-software.com)

nach Registrierung und Passwortmitteilung kostenlos heruntergeladen werden. Die Web-Adresse für die Lösungsvorschläge der Lernaufgaben wurde bereits vorne angegeben.

*Anmerkung zur 2. Auflage:*

*Dieses SPS-Übungsbuch in der 2. Auflage ist ein komplettes Lehrsystem, an dessen Verbesserung und Fortentwicklung weiter gearbeitet wird. Auf Grund von Anregungen aus dem Leserkreis wurde bei der 2. Auflage das Einstiegskapitel neu gestaltet und müsste jetzt auch von reinen Anfängern ohne Hilfe zu bewältigen sein. Dieses erste Kapitel führt den SPS-Aufbau, die zyklische Programmearbeitung sowie die Grundverknüpfungen UND, ODER, NICHT ein und zeigt an Beispiel, wie ein SPS-Projekt unter STEP 7 angelegt wird. Zwei einfache Grundverknüpfungen werden ohne Variablendeklaration programmiert und mit PLCSIM simuliert ausgeführt. Anschließend werden die ersten Grundlagen für ein Programm mit Variablendeklaration vorgestellt und in einem Beispiel angewendet, das zum Kennenlernen des Handlings einfach nachgemacht werden sollte. Lern- und Übungsaufgaben beginnen in Kapitel 2.*

*Lehrer, die sich selbst mit diesem Lehrmittel befasst haben, werden die zusätzliche Mühe gerne in Kauf nehmen, um Schülern die Tür zu diesem Lernraum aufzumachen.*

Günter Wellenreuther, Mannheim  
Dieter Zastrow, Ellerstadt

August 2005