



EUROPA-FACHBUCHREIHE
für elektronische Berufe

SPS

Theorie und Praxis

mit Übungsaufgaben

8. Auflage

VERLAG EUROPA-LEHRMITTEL · Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG
Düsselderger Straße 23 · 42781 Haan-Gruiten

Europa-Nr.: 30009

Herbert Tapken Dipl.-Ing (FH), Dipl. Berufspädagoge 26203 Wardenburg

ISBN 978-3-7585-3281-8

8. Auflage 2024

Druck 5 4 3 2 1

Alle Drucke derselben Auflage sind parallel einsetzbar, da sie bis auf die Korrektur von Druckfehlern identisch sind.

Alle Rechte vorbehalten. Das Werk ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung außerhalb der gesetzlich geregelten Fälle muss vom Verlag schriftlich genehmigt werden.

© 2024 by Verlag Europa-Lehrmittel, Nourney, Vollmer GmbH & Co. KG, 42781 Haan-Gruiten
www.europa-lehrmittel.de

Umschlag: Media-Creativ, 40723 Hilden

Satz und Layout: rkt, 51379 Leverkusen, ab der 8. Auflage: Dipl. Des. Susanne Beckmann, 59514 Welper

Druck: Himmer GmbH, 86167 Augsburg

Hinweis zur Software:

Die Aufgaben können mit jeder beliebigen SPS bearbeitet werden.

TIA-Portal: Im Buch wird die Software TIA-Portal, inklusive PLCSIM, von Siemens vorgestellt. Alle Lösungen sind ebenfalls mit dem TIA-Portal erstellt worden. Die Software kann bei Siemens und vielen anderen Anbietern erworben werden.

PLC-LAB Software: Viele Aufgaben im Buch können mit der Simulationssoftware PLC-LAB-Runtime getestet werden. Download-Link: https://www.mhj-download.de/plclab/plc_lab_runtime_stp.zip. Nach der Installation kann man die kostenlose 8-Tage-Demoversion aktivieren. Nach Ablauf der 8 Tage können Sie bei Bedarf die PLC-Lab Runtime direkt bei MHJ-Software für 19 € kaufen. Um die Praxis-Beispiele im Buch mit PLC-Lab-Runtime durchführen zu können, benötigen Sie das TIA PORTAL (Basic oder Professional) ab der Version 14.

Vorwort

In Industrie und Handwerk sind automatisierte Prozesse nicht mehr wegzudenken. Über Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) werden Maschinen und Anlagen gesteuert. Die Automatisierungstechnik ist ein fester Bestandteil der Technik geworden.

Das vorliegende Buch ist ein Lehr- und Arbeitsbuch. Es soll Grund- und Aufbaukenntnisse im Bereich der Speicherprogrammierbaren Steuerungen vermitteln. Die einzelnen Themen werden zunächst fachlich erklärt und dann durch Wiederholungsfragen gefestigt. Anhand von Übungsaufgaben mit verschiedenen Schwierigkeitsgraden kann das Gelernte angewendet werden. Eine Vielzahl von Aufgaben kann mit der Software PLCLAB durch animierte Visualisierungen simuliert werden.

Die theoretischen Erläuterungen, die Beispiele und Übungen basieren auf dem Automatisierungssystem SIMATIC und der Software TIA-Portal der Fa. Siemens. Die Aufgaben können jedoch mit jeder beliebigen SPS-Software bearbeitet werden.

Das Buch richtet sich an alle Berufe aus dem Bereich **Elektrotechnik, Metalltechnik** und **Mechatronik** sowie an **alle beruflichen Vollzeitschulen**, die sich mit der Thematik der Steuerungs- und Automatisierungstechnik beschäftigen. Es kann sowohl als Lehr- und Arbeitsbuch für die **schulische oder betriebliche Aus- und Weiterbildung** als auch für das **Selbststudium** genutzt werden.

Der fachliche Teil des Buches reicht von einfachen Digitalverknüpfungen bis zu vernetzten Automatisierungssystemen. Zudem wird auch auf die SPS-Hardware und auf die Fehlersuche eingegangen.

Die Aufgaben im Buch haben eine Bandbreite von einfachen Programmierübungen bis hin zu komplexen Projekten. Daher ist das Buch sowohl für die **Berufsausbildung** als auch für die **Meister- oder Technikerschule** bis hin zum **Studium** geeignet.

Zu dem Buch ist ein Lösungsbuch mit den Lösungen aller Aufgaben erhältlich.

Bei der Erstellung des Buches, der Aufgaben und der Lösungen wurde mit großer Sorgfalt vorgegangen. Da Fehler aber nie ganz auszuschließen sind, können Verlag und Autor für fehlerhafte Angaben oder Lösungen keine Haftung oder juristische Verantwortung übernehmen.

Bei der Bearbeitung des Buches wünsche ich viel Spaß und Erfolg bei der Lösung der Aufgaben.

Vorwort zur 8. Auflage

Schon lange haben sich in der Automatisierungstechnik Visualisierungen etabliert. In der neuen Auflage ist deshalb das Kapitel **Visualisierungen mit HMI-Geräten** neu hinzugekommen. Dort wird eine Einführung in die Erstellung von Visualisierungen sowie die Anbindung von HMI-Geräten an eine SPS gegeben.

Zudem wurden die IEC-Zeiten und Zähler stärker in den Fokus gerückt und die Wiederholungsfragen dazu überarbeitet.

Die meisten Aufgaben können mit der Software PLC-Lab simuliert werden. Neben verbesserter Grafik bietet die Software auch mehr Funktionalitäten. Wer zum Simulieren die Vollversion nicht besitzt, kann auch eine kostengünstige Runtime-Lizenz bei der Fa. MHJ-Software erwerben. Für Benutzer, die weiterhin mit SPS-VISU arbeiten möchten, stehen alle Dateien digital zur Verfügung (siehe Umschlagseite vorne innen). Die Aufgaben können mit beiden Systemen simuliert werden. Bei der Lektüre des Buches sowie beim Bearbeiten der Aufgaben wünsche ich Neugier, Spaß und viel Erfolg. Autor und Verlag sind allen Nutzern des Buches für kritisch-konstruktive Hinweise und Verbesserungsvorschläge dankbar. Bitte senden Sie diese an

lektorat@europa-lehrmittel.de

Wardenburg, im Frühjahr 2024

Herbert Tapken (Autor)

Inhaltsverzeichnis

1	SPS-Grundlagen	7	5.14	<i>Übung:</i> Alarmanlage.....	37
1.1	Einleitung.....	7	5.15	<i>Übung:</i> Förderbandanlage	38
1.2	Arten von Steuerungen	7			
1.3	SPS-Bezeichnung	8	6	Flipflops (Speicherfunktionen)	40
1.4	SPS – Systemvergleich.....	8	6.1	SR-Flipflop und RS-Flipflop	40
1.5	Aufbau und Wirkungsweise einer SPS	9	6.2	Beispielaufgabe: Ansteuerung eines Drehstrommotors.....	42
1.6	Wiederholungsfragen.....	10	6.3	Wiederholungsfragen.....	44
			6.4	<i>Übung:</i> Doppelt wirkender Zylinder.....	46
2	Hardware	12	6.5	<i>Übung:</i> Wendeschützschtung.....	46
2.1	SPS-Aufbau.....	12	6.6	<i>Übung:</i> Förderbandanlage (Folgeschaltung).....	47
2.2	SPS-Produktspektrum.....	13	6.7	<i>Übung:</i> Toranlage	48
2.3	Darstellung von SPSen in Stromlaufplänen.....	17	6.8	<i>Übung:</i> Sortieranlage.....	49
2.4	Wiederholungsfragen.....	18			
3	Erstellen eines SPS-Programms	19	7	Strukturierte Programmierung	51
3.1	Vorgehensweise bei der Projektbearbeitung	19	7.1	Lineare Programmierung	51
3.2	TIA-Portal: Erstellen eines Projektes.....	20	7.2	Strukturierte Programmierung	51
			7.3	Bausteinararten.....	52
			7.4	Wiederholungsfragen.....	52
4	Simulation von Programmen	23	8	Zeitfunktionen	53
4.1	Simulation mit PLCSIM.....	23	8.1	IEC-Zeiten	53
4.2	Simulation mit PLC-Lab.....	24	8.2	SIMATIC-Zeiten.....	54
			8.3	Taktmerker	55
5	Grundverknüpfungen	25	8.4	Beispielaufgabe: Pneumatische Abfülleinrichtung.....	56
5.1	Programmiersprachen/Darstellungsarten.	25	8.5	Wiederholungsfragen.....	58
5.2	Grundlagen der Grundfunktionen	26	8.6	<i>Übung:</i> Störungslampe (Taktmerker)	59
5.3	Übersicht der Grundfunktionen	27	8.7	<i>Übung:</i> Industrieofen	59
5.4	Grundverknüpfungen in verschiedenen Programmiersprachen.....	28	8.8	<i>Übung:</i> Automatische Stern-Dreieck-Schaltung.....	59
5.5	Addressierung	29	8.9	<i>Übung:</i> Zeitgesteuerte Toranlage.....	60
5.6	Merker	29	8.10	<i>Übung:</i> Zeitgesteuerte Förderbandanlage	61
5.7	Verknüpfungsergebnis VKE	30			
5.8	Beispielaufgabe: Kühlhaus.....	31	9	Bit, Byte, Wort, Doppelwort	62
5.9	Wiederholungsfragen.....	33	9.1	Zahlensysteme	62
5.10	<i>Übung:</i> Sicherheitscode	35	9.1.1	Das Dezimalsystem.....	62
5.11	<i>Übung:</i> Folgeschaltung von Montagebändern.....	35	9.1.2	Das duale Zahlensystem (Binärsystem).....	62
5.12	<i>Übung:</i> Funktionsgleichung.....	35	9.1.3	Das BCD-Zahlensystem.....	62
5.13	<i>Übung:</i> Rauchmeldeanlage.....	36			

9.1.4	Das Hexadezimalsystem	63	13	Ablaufsteuerungen	88
9.2	Definitionen.....	63	13.1	Grundlagen zu Ablaufsteuerungen.....	88
9.2.1	Bit	63	13.2	Darstellung von Schrittketten.....	90
9.2.2	Byte	63	13.2.1	Grafcet und Din En 61131-3	90
9.2.3	Wort	63	13.2.2	Strukturierung von GRAFCETs.....	94
9.2.4	Doppelwort	64	13.3	S7-Graph.....	95
9.3	Lade- und Transferoperationen.....	64	13.4	Betriebsarten	96
9.3.1	Lade- und Transferoperationen in AWL	65	13.5	Wiederholungsfragen.....	97
9.3.2	Lade- und Transferoperationen in FUP, KOP und AWL.....	66	13.6	<i>Übung:</i> Leuchtreklame	100
9.4	Wiederholungsfragen.....	66	13.7	<i>Übung:</i> Schwimmbad	100
9.5	<i>Übung:</i> Wortverarbeitung	68	13.8	<i>Übung:</i> Bohranlage	101
			13.9	<i>Übung:</i> Ampelsteuerung	103
10	Zähler und Vergleicher	69	14	Fehlersuche	105
10.1	IEC-Zähler	69	14.1	Fehlerarten	105
10.2	SIMATIC-Zähler	70	14.2	Fehlersuche bei Hardwarefehlern.....	105
10.3	Vergleicher	71	14.3	Fehlersuche bei Softwarefehlern.....	105
10.5	Wiederholungsfragen.....	72	14.3.1	Diagnosepuffer	105
10.6	<i>Übung:</i> Parkplatzampel	73	14.3.2	Variablen beobachten und steuern.....	106
10.7	<i>Übung:</i> Stanze.....	74	14.3.3	Belegungsplan	106
			14.3.4	BEA – Bausteinende absolut.....	107
			14.3.5	//-Kommentar	107
11	Verschiedene Programmfunktionen und Befehle	75	14.3.6	Gehe zu ⇒ Verwendungsstelle.....	107
11.1	Urlöschen	75	14.3.7	Querverweise	107
11.2	Systemmerker	75	14.3.8	Übersetzen	107
11.3	Archivieren/Dearchivieren	75	14.4	Fehler-Organisationsbausteine	108
11.4	Flankenauswertung.....	75	14.5	Wiederholungsfragen.....	108
11.5	Sprungoperationen.....	76	14.6	<i>Übung:</i> Förderbandanlage (Fehlersuche)..	110
11.6	Wiederholungsfragen.....	77	14.7	Verpackungsanlage (Fehlersuche).....	112
12	Bausteine	78	15	Mathematische Funktionen	114
12.1	Bausteinarten.....	78	15.1	Datentypen.....	114
12.1.1	Organisationsbausteine (OB).....	78	15.2	Umwandlungsfunktionen	115
12.1.2	Funktionen (FC).....	78	15.3	Rechnen mit Ganzzahlen (INT und DINT)...	116
12.1.3	Funktionsbaustein (FB).....	78	15.4	Rechnen mit Gleitpunktzahlen (REAL)	116
12.1.4	Systemfunktionen und Systemfunktionsbausteine	78	15.5	<i>Übung:</i> Umwandlungsfunktionen.....	117
12.1.5	Datenbausteine (DB)	78	15.6	<i>Übung:</i> Mathematische Operationen	118
12.2	Bibliotheksfähige Bausteine	79	16	Verarbeitung von Analogwerten	119
12.3	Anlegen einer eigenen Bibliothek	82	16.1	Analoge Signale	119
12.4	Datenbausteine.....	83	16.2	Analogwerte einlesen und ausgeben.....	120
12.5	Wiederholungsfragen.....	85	16.3	Analogwerte einlesen, normieren und skalieren	120
12.6	<i>Übung:</i> Motorsteuerung mit bibliotheksfähigen Bausteinen	86	16.4	Analogwerte normieren, skalieren und ausgeben	122

16.5	Wiederholungsfragen.....	123	18.7.4	Profibus DP	142
16.6	Übung: Temperaturanzeige	124	18.7.5	Aktor-Sensor-Interface (AS-I)	142
16.7	Übung: Temperaturüberwachung	125	18.8	Industrie 4.0	143
16.8	Pegelmessung an einem Wasserkraftwerk 1	126	18.8.1	Was ist Industrie 4.0.....	143
16.9	Pegelmessung an einem Wasserkraftwerk 2	127	18.8.2	Aufbau einer Industrie 4.0-Anlage.....	144
18.9	Wiederholungsfragen.....	145	19	Projektaufgaben	147
17	Cause-Effect-Matrix (CEM) und Structured Control Language (SCL)	128	19.1	Übung: Motorsteuerung mit bibliotheksfähigen Bausteinen.....	147
17.1	Cause-Effect-Matrix.....	128	19.2	Übung: Ampelanlage	149
17.2	Structured Control Language	130	19.3	Übung: Lackierstraße.....	153
17.2.1	SCL-Befehle.....	130	19.4	Übung: Autowaschanlage	155
17.2.2	Wiederholungsfragen.....	133	20	Visualisierungen von HMI-Geräten	158
17.2.3	Übung: Zeitgesteuerte Toranlage in SCL ..	134	20.1	Prinzipieller Aufbau einer SPS-HMI-Kommunikation	158
18	Vernetzte Automatisierungssysteme	135	20.2	Projekt anlegen und SPS-Gerätekonfiguration erstellen.....	158
18.1	Hierarchischer Aufbau von Automatisierungssystemen.....	135	20.3	HMI einfügen und konfigurieren	158
18.2	Grundlagen Netzwerktechnik.....	135	20.4	Datenbaustein anlegen.....	160
18.2.1	Aufbau eines kleinen Automatisierungsnetzwerk.....	135	20.5	Basisobjekt und Texte einfügen	161
18.2.2	Netzwerkarchitekturen	136	20.6	Schaltfläche konfigurieren	161
18.2.3	Konfiguration eines Netzwerkes	136	20.7	Meldeleuchte konfigurieren.....	162
18.3	Topologien	138	20.8	Bewegung konfigurieren.....	162
18.4	Übertragungsmedien	139	20.9	Sonstige Funktionen.....	163
18.5	Störgrößen bei leitungsgebundener Datenübertragung.....	139	20.10	Startseite	163
18.6	Buszugriffsverfahren	140	20.11	HMI-Projekt auf das Panel übertragen	164
18.6.1	Kollisionsverfahren – CSMA/CD.....	140	20.12	SPS-Programm erstellen und übertragen .	164
18.6.2	Kollisionsverfahren – CSMA/CA.....	140	20.13	HMI-Projekt simulieren.....	164
18.6.3	Token-Passing	140	21	Sachwortverzeichnis	165
18.6.4	Polling	140		Quellenverzeichnis	167
18.6.5	Summenrahmenverfahren (Interbus).....	140		Bild und Textquellen	167
18.7	Industrielle Bussysteme	141		Literatur und Downloads	167
18.7.1	Ethernet TCP/IP.....	141			
18.7.2	Industrial Ethernet.....	141			
18.7.3	PROFINET	141			

1 SPS-Grundlagen

1.1 Einleitung

Im Alltag begegnen uns eine Vielzahl von Steuerungen, die wir aber nicht bewusst wahrnehmen. Auf dem Weg zur Arbeit steuert die Autoelektronik die technischen Prozesse der Autos, wie Einspritzpumpe, Antiblockiersystem und elektrische Scheibenwischer. Auf der weiteren Fahrt begegnet man vielleicht einer Ampelsteuerung, einer automatisch gesteuerten Straßenbeleuchtung, der gesteuerten Lichtreklame, einer automatischen Parkplatzschranke und vielen anderen Steuerungen.

Die Steuerungstechnik ist aus unserer heutigen Zeit nicht mehr wegzudenken. Sie nimmt uns viele Aufgaben ab und ermöglicht es, Prozesse automatisch ablaufen zu lassen.

Der Mensch verlässt sich ganz auf die Hard- und Software der Steuerungstechnik, z. B. bei einer Ampelsteuerung oder bei einem Fahrstuhl. Die Aufgabe eines Entwicklers von Steuerungseinheiten ist es, die Steuerung so zuverlässig und sicher zu gestalten, dass sich die Anlage oder Maschine jederzeit so verhält, wie es von ihr erwartet wird.

1.2 Arten von Steuerungen

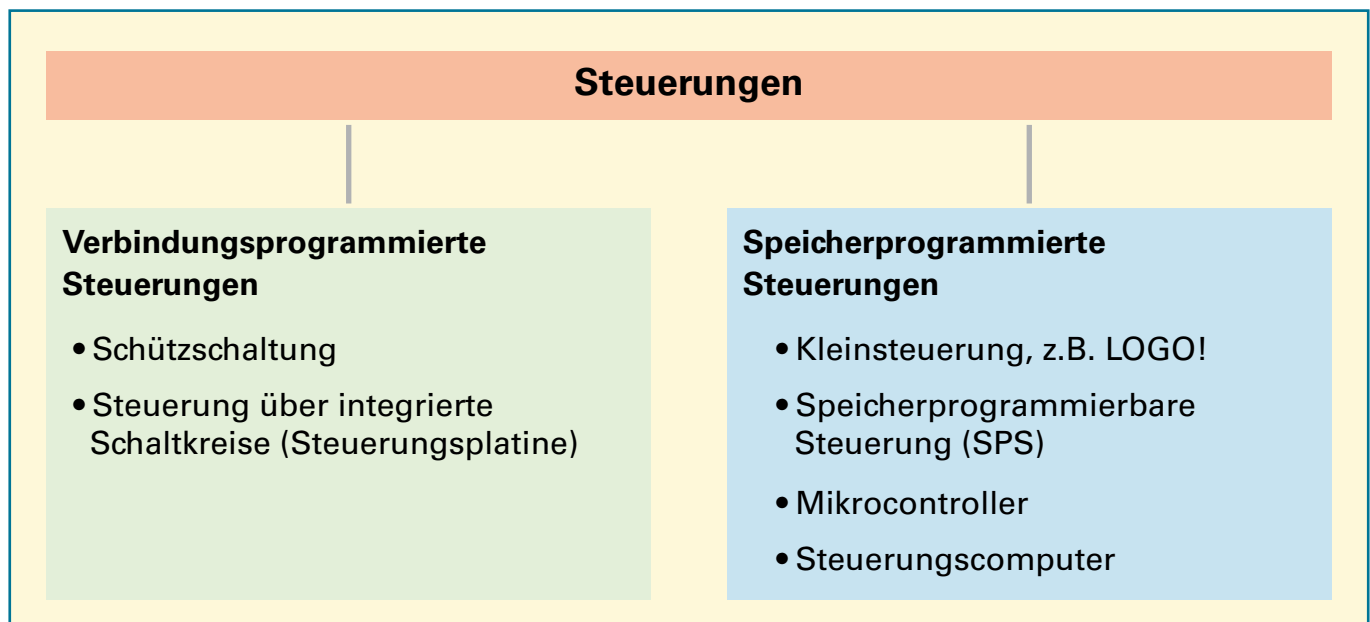


Bild 1: Möglichkeiten von Steuerungen

Um Steuerungen zu realisieren, gibt es verschiedene Möglichkeiten. Sie reichen von der einfachen Schützsteuerung bis zur speicherprogrammierbaren Steuerung mit Busanbindung und der Möglichkeit des weltweiten Fernzugriffs.

Grundsätzlich sind zwei Arten von Steuerungen zu unterscheiden, die *Verbindungsprogrammierten Steuerungen (VPS)*, wie sie z. B. in Schützschaltungen zu finden sind, und die *Speicherprogrammierten Steuerungen*.

Speicherprogrammierte Steuerungen können allerdings nur den Steuerstromkreis einer Schützschaltung ersetzen. Zum Schalten von großen Leistungen, z. B. das Einschalten eines Motors, werden nach wie vor Leistungsschütze benötigt.

Der Vorteil einer speicherprogrammierten Steuerung liegt in der wesentlich flexibleren Handhabung. Änderungen oder Ergänzungen sind im Gegensatz zur VPS mit wenig Aufwand vorzunehmen.

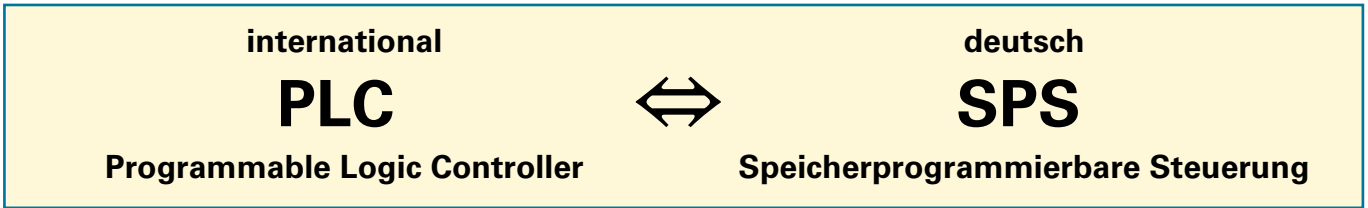
Vorteile einer speicherprogrammierten Steuerung

- Anpassungsfähigkeit
- Wartungsarmut
- Zeitsparende Projektierung
- Platzersparnis
- Automatische Programmdokumentation
- Visualisierung ist möglich
- Kommunikationsfähigkeit (Bussysteme)
- Fernwartung ist möglich

Nachteile einer speicherprogrammierten Steuerung

- Fachkenntnisse erforderlich
- Kosten für Hard- und Software

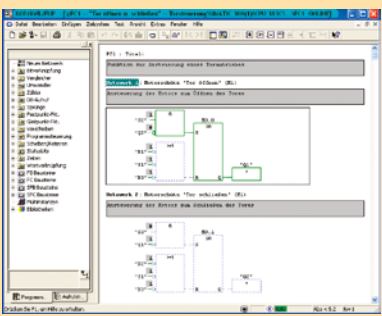
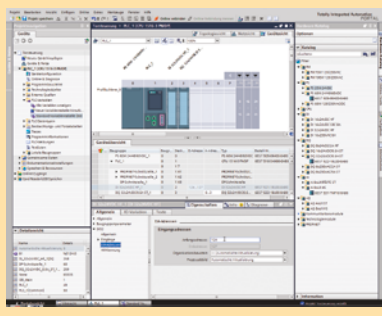
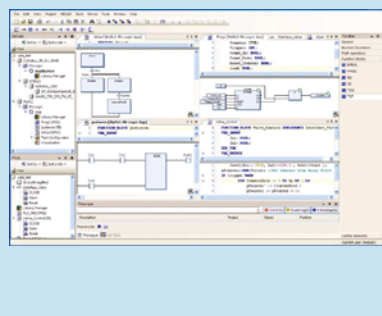


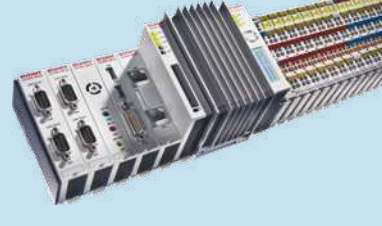
1.3 SPS-Bezeichnung



1.4 SPS – Systemvergleich

Es gibt verschiedene SPS-Grundsysteme. Zum einen gibt es die Siemens-Produkte, wie S7-300, S7-1200 und S7-1500, die mit der Software Step 7 bzw. mit dem TIA-Portal programmiert werden. Auf der anderen Seite gibt es eine Vielzahl anderer Hersteller, die in der Regel über die Programmiersoftware CoDeSys (nach IEC61131-3) programmiert werden. Zusätzlich zu der Grundsoftware benötigt man eine firmenspezifische Target-Software, um das in CoDeSys erstellte Programm an die Steuerung anzupassen.

Die DIN EN 61131-3 ist die deutsche Fassung der internationalen Norm IEC 61131-3.

SYSTEMVERGLEICH			
	Siemens		andere Hersteller
Norm	Siemens spezifische Bausteine und IEC 61131-3	Siemens spezifische Bausteine und IEC 61131-3	IEC 61131-3
Software	<p style="text-align: center;">Step 7 V5.x</p> 	<p style="text-align: center;">TIA-Portal ab V11</p> 	<p style="text-align: center;">CoDeSys</p> 
Eingänge/ Ausgänge	<p style="text-align: center;">E 0.0 A 0.0</p>	<p style="text-align: center;">% E 0.0 % A 0.0</p>	<p style="text-align: center;">% IX 0.0 % QX 0.0</p>
Hardware	<p style="text-align: center;">S7-200 S7-300 S7-400</p> 	<p style="text-align: center;">S7-300 S7-400 S7-1200 S7-1500</p> 	<p style="text-align: center;">z. B.: Beckhoff WAGO Festo</p> 

1.5 Aufbau und Wirkungsweise einer SPS

Das EVA-Prinzip (Eingabe – Verarbeitung – Ausgabe) stellt die generelle Gliederung einer elektronischen Steuerung dar. Die *Eingabe* kann durch eine Vielzahl verschiedener Sensoren erfolgen, die sowohl digitale als auch analoge Signale an die Steuerung weitergeben. Die Sensoren werden an die Eingabebaugruppen angeschlossen.

Die *Verarbeitung* erfolgt durch das Steuerungsprogramm der SPS, das zyklisch immer wieder durchlaufen wird, um Änderungen der Eingänge zu verarbeiten. Das Steuerungsprogramm wird über die Bediensoftware (bei Siemens: Step7) am Computer erstellt und dann in die SPS übertragen. In der CPU (Central Prozessor Unit) findet die Verarbeitung statt.

Dort befinden sich Speicher für:

- Betriebssystem
- Arbeitsspeicher
- Prozessabbild der Ausgänge
- Zeitglieder
- Merker
- Anwenderprogramm
- Prozessabbild der Eingänge
- Akkumulatoren
- Zähler

Außerdem ist eine CPU mit einer Schnittstelle für den Anschluss des Programmiergerätes ausgestattet. Optional können zusätzliche Bus-Schnittstellen vorhanden sein.

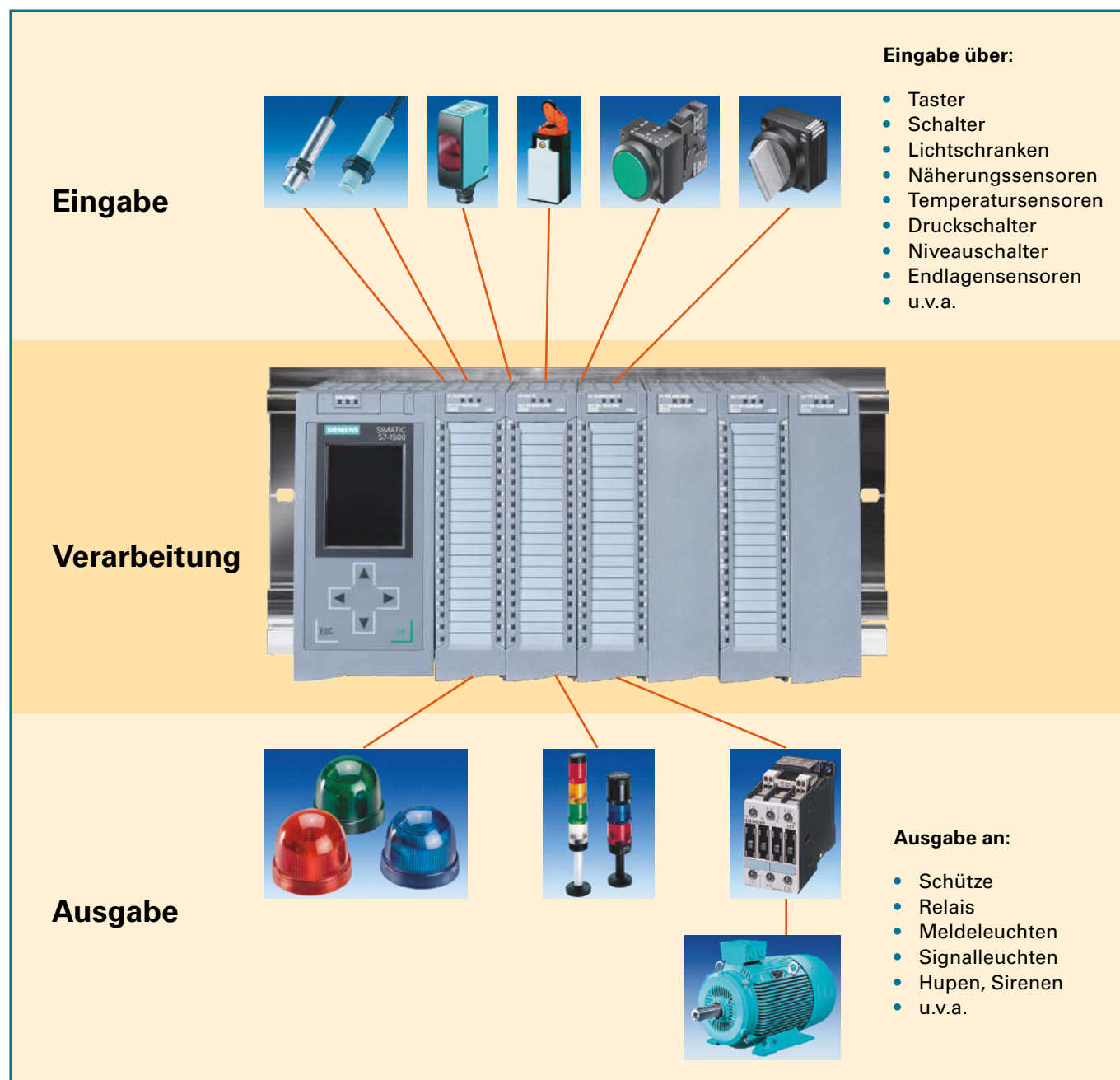


Bild 1: EVA-Prinzip

2 Hardware

2.1 SPS-Aufbau

Der SPS-Hardwareaufbau besteht aus einem Netzteil, einem Steuerungsprozessor (CPU) und den benötigten Ein- und Ausgangskarten. Die Art und Anzahl der Signalbaugruppen kann individuell festgelegt werden und hängt von der Anzahl der Aktoren und Sensoren der zu steuernden Anlage ab. Zusätzlich können noch Kommunikations- und Technologiebaugruppen verbaut werden. Durch den modularen Aufbau kann jede SPS individuell aufgebaut werden.

Die Verbindung des Programmiergerätes mit der SPS erfolgt über eine Profinet- oder MPI-Schnittstelle. Alle Baugruppen können über einen Rückwandbus miteinander Daten austauschen.

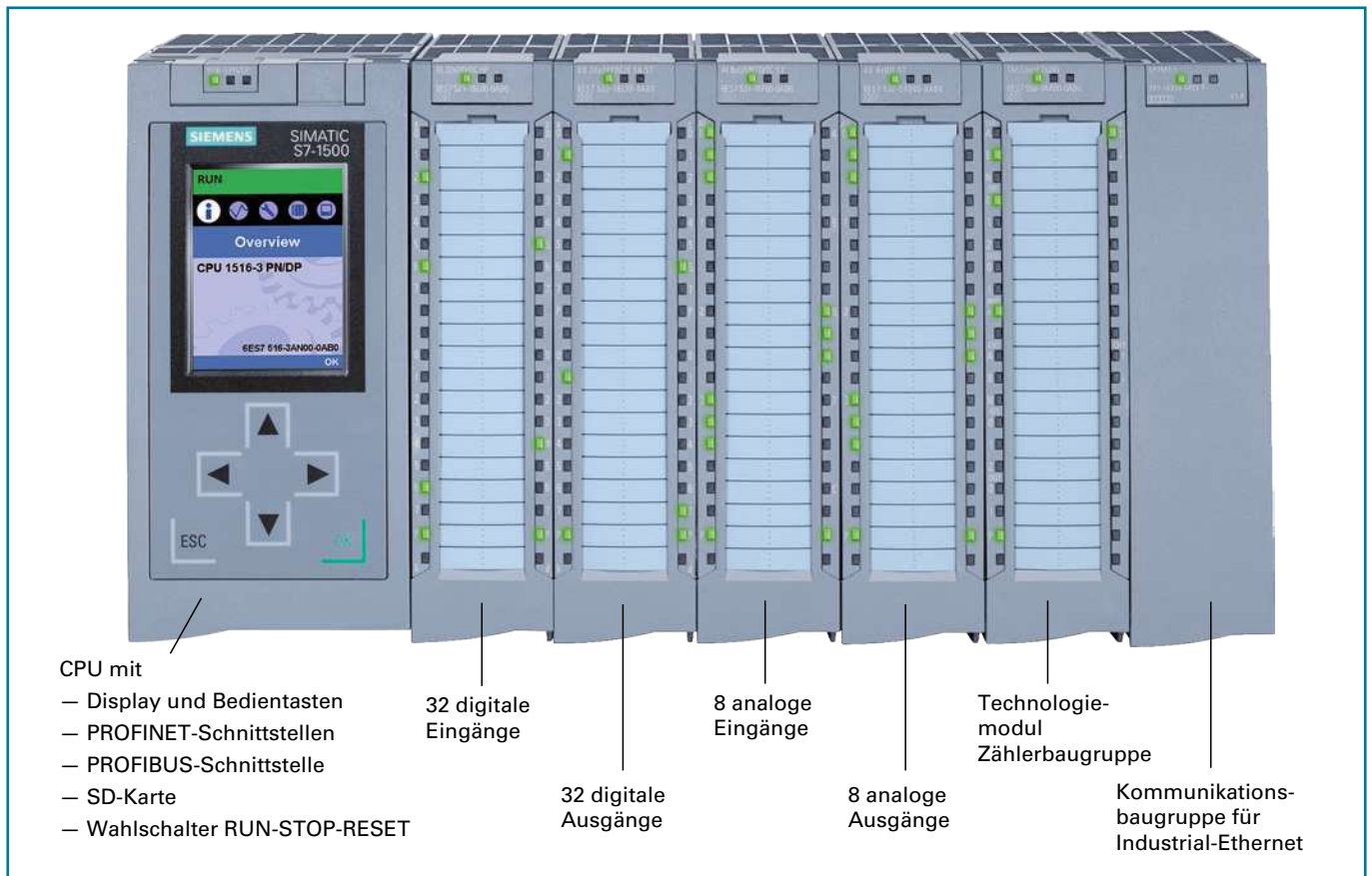


Bild 1: Konfigurationsbeispiel einer S7-1500 (ohne Stromversorgungsbaugruppe)

Baugruppen zum Aufbau einer speicherprogrammierbaren Steuerung	
Stromversorgungsbaugruppen	<ul style="list-style-type: none"> • Netzteil von 230VAC auf 24V DC
CPU	<ul style="list-style-type: none"> • Steuerungsprozessor • Speicher • Schnittstellen (PROFIBUS DP/PROFINET) • Wahlschalter RUN-STOP-RESET • ggf. integrierte Ein-/Ausgänge
Ein-/Ausgangskarten	<ul style="list-style-type: none"> • digitale Ein-/Ausgänge • analoge Ein-/Ausgänge
Kommunikationsbaugruppen	<ul style="list-style-type: none"> • Anschluss an Bussysteme
Technologiemodule	<ul style="list-style-type: none"> • Zählerbaugruppen • Positionierbaugruppen • usw.

2.2 SPS-Produktspektrum

In der Automatisierungstechnik gibt es eine Vielzahl von Anwendungsmöglichkeiten mit sehr unterschiedlichen Anforderungen an die Hardware. Das Spektrum reicht von sehr kleinen lokalen Steuerungslösungen bis hin zu komplexen Automatisierungslösungen mit einer Vielzahl von Teilnehmern, die über verschiedene Bussysteme miteinander kommunizieren.

Genauso breit wie das Anforderungsspektrum ist auch die Produktvielfalt der angebotenen SPS-Komponenten. Im Folgenden wird ein Überblick über die Vielfalt der Hardware am Beispiel der SIMATIC-Hardware der Fa. Siemens gegeben. Ergänzend werden auch Produkte anderer Hersteller beispielhaft angegeben.

SPS-Hardware

SPS-Controller

SPS-Controller sind einschaltfertige Geräte, die für Steuerungsaufgaben optimiert sind. Je nach Anbieter werden sie als Kompaktgerät oder als modulare SPS angeboten. Diese lassen sich, je nach Bedarf, mit den benötigten Ein-/Ausgangskarten, Funktions- und Kommunikationsbaugruppen aufbauen. Das Spektrum reicht von Kleinststeuerungen bis hin zu hochverfügbaren und fehlersicheren Steuerungen mit dezentraler Peripherie.

LOGO!



- Kleinststeuerung für einfache Steuerungsaufgaben in Industrie und Handwerk
- Programmierung über LOGO!-Soft Comfort

SIMATIC S7-1200



- für kleine und mittlere Steuerungsaufgaben
- S7-1200 ist das Nachfolgeprodukt von S7-200

SIMATIC S7-300



- für mittlere und größere Steuerungsaufgaben
- umfangreiche Funktionalität
- viele modulare Bauteile für die verschiedenen Aufgaben verfügbar
- Programmierung über Step7

SIMATIC S7-400



- für umfangreiche Steuerungsaufgaben
- umfangreiche Funktionalität
- viele modulare Bauteile für die verschiedenen Aufgaben verfügbar
- Programmierung über Step7

SIMATIC S7-1500



- für mittlere bis umfangreiche Steuerungsaufgaben
- umfangreiche Funktionalität
- viele modulare Bauteile für verschiedene Bauteile verfügbar
- Nachfolgeprodukt von S7-300 und S7-400
- Programmierung über TIA-Portal

SPS-Controller

Siemens

**Dezentrale
Peripherie
SIMATIC
ET200**



- modulare dezentrale Erweiterung der Steuerung
- dezentrale Ein-/Ausgänge und weitere Module
- Anbindung über Bussysteme
- Schutzart IP65/67 (ohne Schaltschrank) und IP20 (im Schaltschrank)

**Eaton u.
Omron**

SPS



Eaton XC 200 Werksbild Eaton



Omron CJ1M

Beispiele für speicher-programmierbare Steuerungen

Embedded Automation

Embedded Systeme verbinden einen Controller mit einem PC-System. Steuerung und PC-Applikationen laufen auf einer gemeinsamen robusten Plattform. So kann ein SPS-Programm gemeinsam mit einer Visualisierung auf einem Gerät laufen.

Siemens

**Embedded
Controller**



- Kombination aus Controller und Controller PC-basiertem System
- keine Verwendung von drehenden Teilen wie z. B. Festplatten oder Lüfter
- steuern, bedienen u. beobachten
- Datenverarbeitung
- Kommunikation

Beckhoff

**Embedded
Controller**



Embedded-PC
Serie CX1020, CX1030

PC-basierte Steuerungen

Bei PC-basierten Steuerungen wird auf einem PC eine Software-SPS verwendet. Neben Steuerungs- und Visualisierungsfunktionen können Aufgaben mit hohem Datenaufkommen und schnelle technologische Funktionen auf einer PC-Plattform gelöst werden.

Siemens

**PC-basierte
Steuerung**



- steuern, bedienen und Steuerung beobachten
- flexibel einsetzbar
- offene Hardware- und Software-Konfiguration
- Industrie-PC

**Phönix
Contact**

**PC-basierte
Steuerung**



Industrie-PC der Firma
Phönix Contact,
Typ: S-MAX 400 CE PN II

HMI-Bedien- und Beobachtungssysteme

HMI-Systeme (Human Machine Interface) gibt es vom kleinen Textdisplay bis hin zur Visualisierung am PC-Arbeitsplatz oder am Großbildschirm. Bedien- und Beobachtungsdisplays werden immer häufiger in Schaltschränke verbaut. Über WLAN verbundene mobile Panels sind Stand der Technik.

Das Grundprinzip aller Systeme ist das Bedienen und Beobachten des Prozesses.

Siemens

Key Panels



- Tastenfeld mit Busanbindung
- Alternative zum herkömmlichen Tastenfeld

Mobile Panels



- tragbares Gerät zum Bedienen und Beobachten
- leitungslose Geräte (WLAN) sind möglich

Basic Panels



- Panels mit Basisfunktionen
- Panels für den unteren Leistungsbereich
- kostengünstiges Bedien- und Beobachtungssystem

Confort Panels



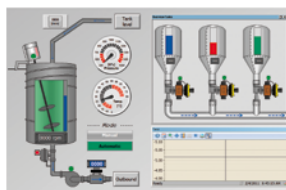
- Touch Panel
- verschiedene Leistungsbereiche
- zahlreiche integrierte Schnittstellen

Panel PC



- leistungsstarker Industrie-PC mit Display
- Touch- oder Tastenvariante

PC-basiertes Bedienen und Beobachten



- PC-basierte Visualisierungsplätze

Tele-mecanique

Touchpanel



- Touch Panel mit berührungsempfindlichem Display

Sicherheitsgerichtete Steuerungen

An sicherheitsgerichtete elektronische Steuerungen (Safety-SPSen) werden genau so hohe Anforderungen wie an elektromechanische Sicherheitssysteme gestellt. Sowohl systematische wie auch zufällige Fehler sollen beherrscht werden.

Not-Halt-Schalter, Safety-Türschalter usw. können direkt an die Safety-SPS angeschlossen werden.

Beim Auftreten eines Fehlers kann die sicherheitsgerichtete Steuerung flexibel in einen sicheren Zustand überführt werden. Für die Projektierung stehen unter Step7 vorgefertigte und vom TÜV zertifizierte Funktionsbausteine (FB's) zur Verfügung.

Auf dem Markt werden eine Vielzahl von sicherheitsgerichteten Komponenten angeboten.

Redundante Systeme

In vielen Industrieanlagen können Ausfälle der Steuerungen zu kostspieligen Stillstandzeiten führen. Neben Kraftwerken, Versorgungseinrichtungen, Flughäfen usw. findet man ausfallsensible Anlagen auch in vielen anderen größeren und mittleren Industrieunternehmen.

Redundante Systeme ermöglichen einen ausfallsicheren Betrieb. Das Automatisierungssystem wird dabei redundant aufgebaut, d.h., die Steuerung für den hochverfügbaren Bereich wird doppelt ausgeführt.

Die SPS sind durch eine doppelte Leitung miteinander verbunden (Redundanzverbindung). Angeschlossene Geräte werden über einen Profibus-Ring angeschlossen, um eine Kommunikation bei einer Unterbrechung sicherzustellen.

Eine Master-Steuerung (Primary-CPU) übernimmt im fehlerfreien Zustand die Steuerung der Anlage. Im Fehlerfall übernimmt eine Ersatzsteuerung (Backup-CPU) ihre Aufgaben. So kann die Anlage auch bei einem Fehler der Master-Primary-CPU weiterlaufen.

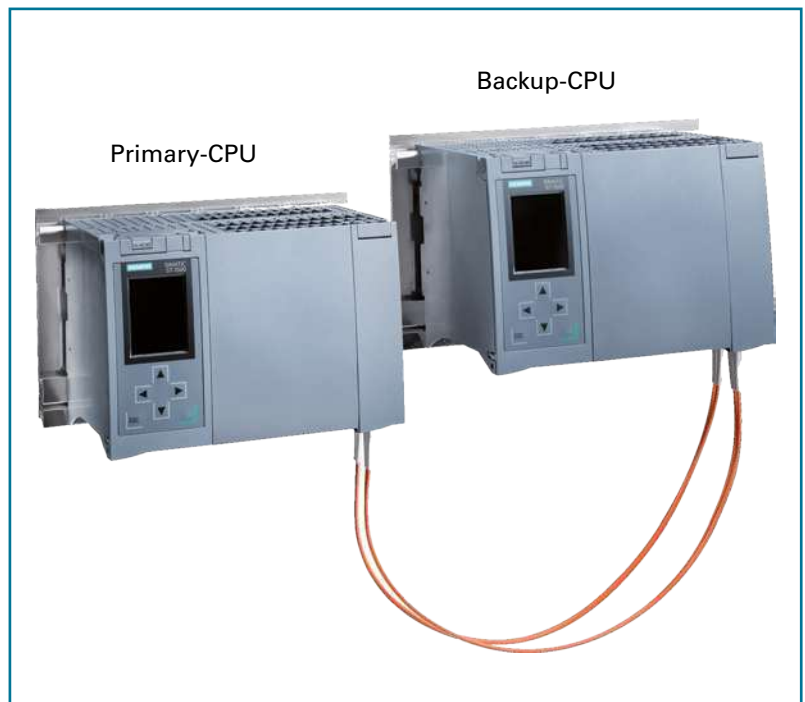


Bild 1: Redundantes Automatisierungssystem

Teleservice

Häufig werden Anlagen an Orten betrieben, die sich weit entfernt vom Entwickler der Software befinden. Um im Fehlerfall einen schnellen Service gewährleisten zu können, besteht die Möglichkeit, aus der Ferne auf Automatisierungsgeräte zuzugreifen.

Dafür sind folgende Komponenten notwendig:

- Teleservice-Adapter zur Verbindung des Automatisierungsgerätes mit dem Telefon- bzw. Mobilfunknetz
- Teleservice-Software mit einer Zugangsdatenverwaltung, über die eine Verbindung mit den Automatisierungskomponenten hergestellt werden kann
- Funktionsbausteine für Fernwartung, Fernkopplung, Alarm über SMS oder E-Mail.
- Integrierte Netzwerke-Schnittstellen ermöglichen einen Fernzugriff über das Internet oder einen VPN-Zugang.
- Einige Steuerungen verfügen über einen integrierten Webserver, sodass auf Prozessgrößen der Steuerung über das Internet zugegriffen werden kann.

Bei Fernzugriffen hat die Sicherheit der Anlage höchste Priorität.

Es gilt, die Steuerungen vor unbefugtem Zugriff durch geeignete Maßnahmen wie Firewall, Zugangsberechtigungen, zeitlich begrenztem Zugang usw. zu schützen.

2.3 Darstellung von SPSen in Stromlaufplänen

Es gibt verschiedene Arten der Darstellung von SPSen in Stromlaufplänen. Im Folgenden werden einige Beispiele der Darstellung gezeigt.

a) Darstellung der Ein-/Ausgänge

In vielen industriellen CAD-Systemen werden neben der Darstellung der Spannungsversorgung der CPU die Eingangs- und Ausgangskarten wie in dem Beispiel unten dargestellt. Je nach CAD-System oder Unternehmen kann die Darstellung abweichen.

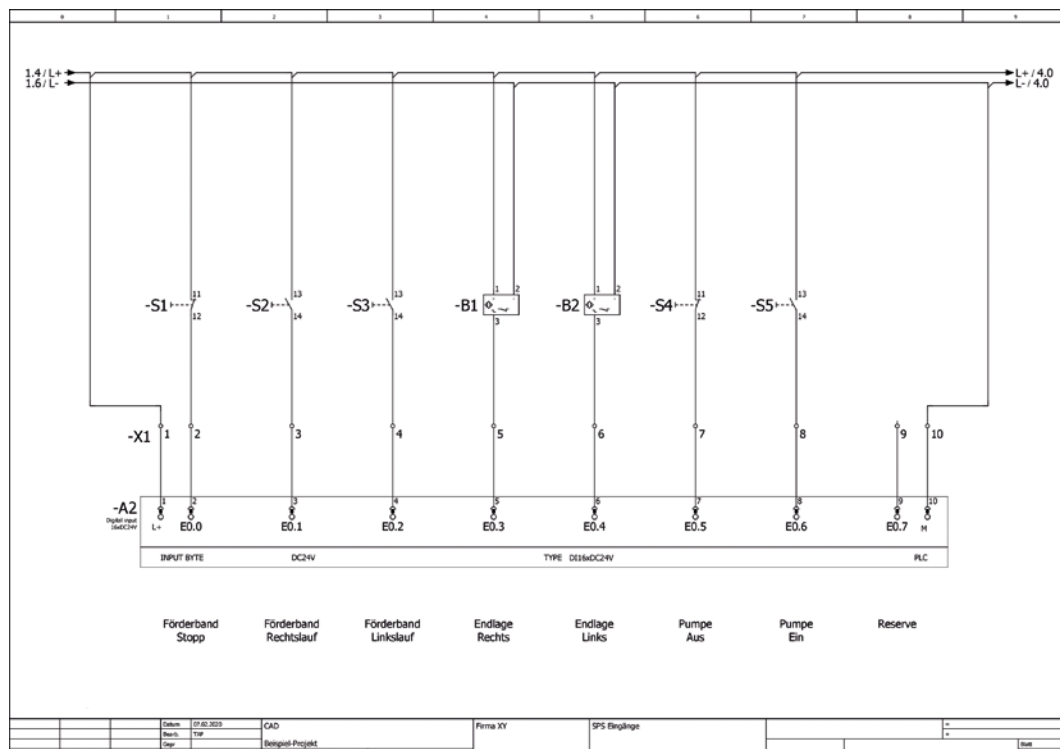


Bild 1: Digitale SPS-Eingangskarte mit Beschaltung

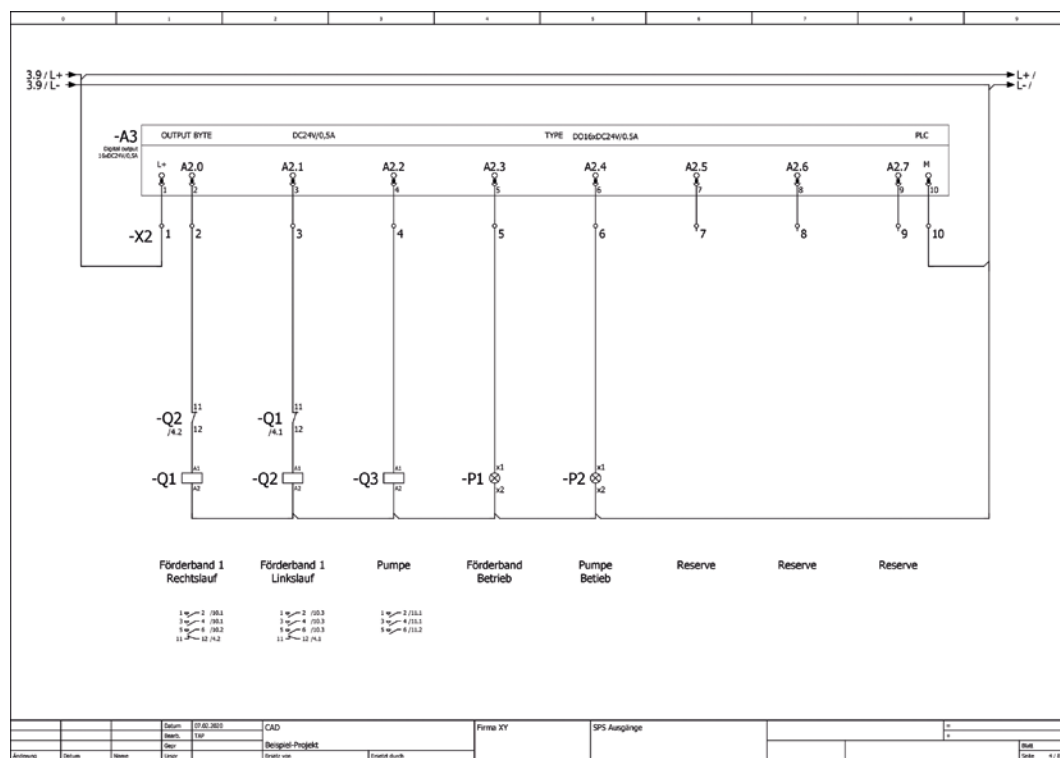


Bild 2: Digitale SPS-Ausgangskarte mit Beschaltung

3 Erstellen eines SPS-Programms

Problemstellung der Beispielaufgabe:

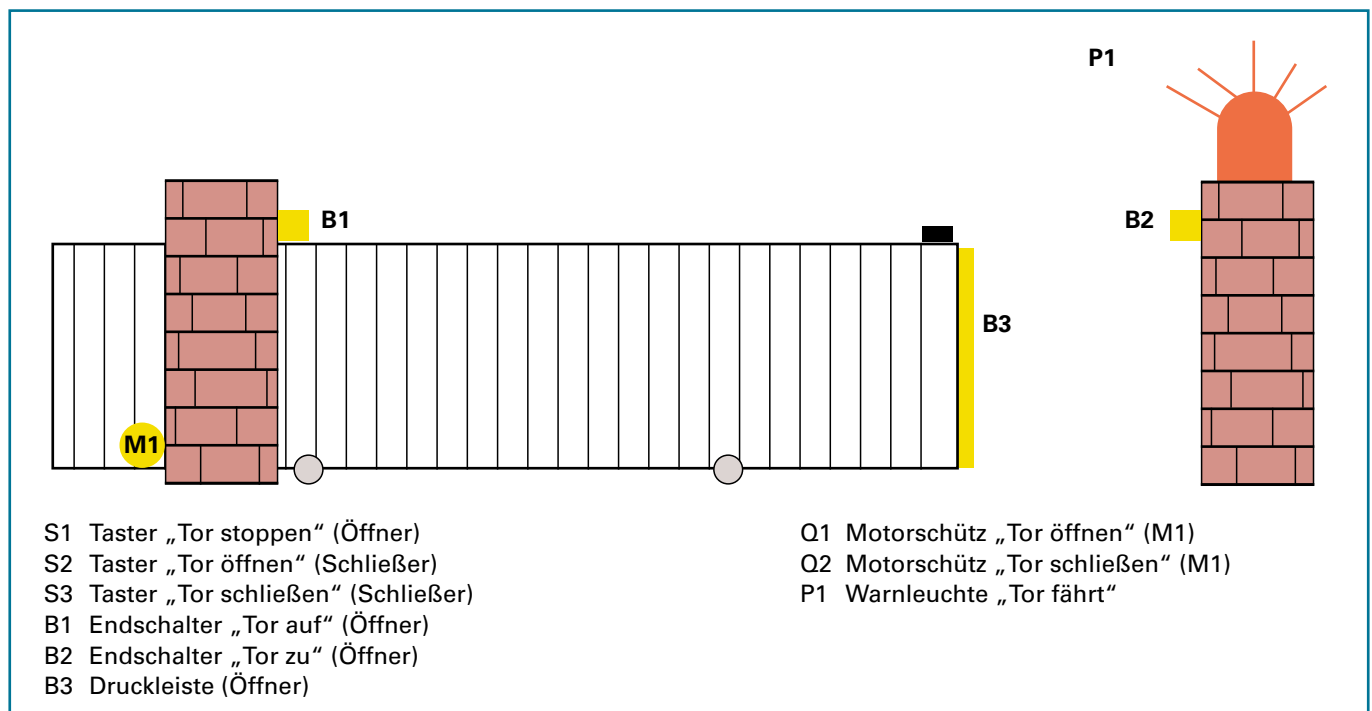
Die Zufahrt eines Unternehmens wird durch ein Tor geschützt. Das Tor kann nur vom Pförtner bedient werden.

Wird S2 betätigt, öffnet das Tor. S3 schließt das Tor. Das Tor stoppt, wenn der Austaster S1 betätigt wird.

Meldet die Druckleiste B3 beim Schließen einen Kontakt, öffnet das Tor unmittelbar wieder.

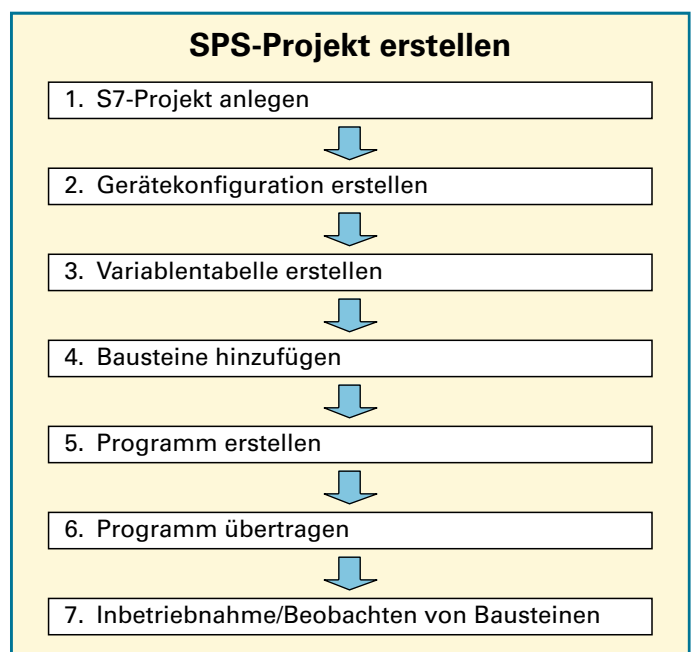
Das Öffnen und Schließen des Tores wird durch die Warnleuchte P1 angezeigt. Sie bleibt eingeschaltet, bis der Vorgang abgeschlossen ist.

Technologieschema:



3.1 Vorgehensweise bei der Projektbearbeitung

Nachfolgend wird die Vorgehensweise zur Erstellung eines Steuerungsprogramms mit der Programmiersoftware Step7 der Firma Siemens vorgestellt:



3.2 TIA-Portal: Erstellen eines Projektes



Short-Link: vel.plus/SPS01

1. S7-Projekt anlegen

Programm öffnen

Das TIA-Portal wird über einen Doppelklick auf das Symbol „TIA-Portal“ geöffnet.

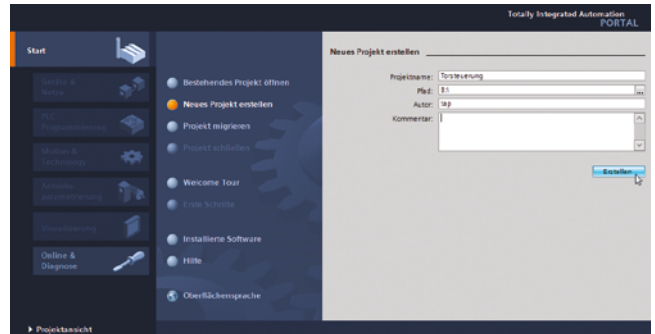


TIA-Portal

Dabei erscheint die **Portalansicht** des Projektes.

Es kann zwischen **Bestehendes Projekt öffnen**, **Neues Projekt anlegen** und **Projekt migrieren** gewählt werden. Beim Migrieren wird ein Projekt, das mit Step7 V5.x erstellt worden ist, in ein TIA-Projekt umgewandelt.

Wählen Sie **Neues Projekt anlegen** und geben Sie den **Projektnamen** und den **Ablageort** an. Bestätigen Sie mit **Erstellen**.

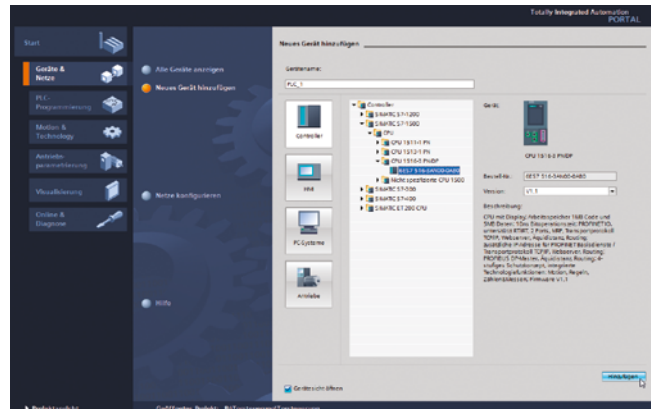


2. Gerätekonfiguration erstellen

Hardware auswählen

Unter **Neues Gerät hinzufügen** ⇒ **Controller** kann die verwendete CPU, hier eine S7-1500 CPU 1516-3 PN/DP, ausgewählt werden.

Nach dem Betätigen des Button **Hinzufügen** wechselt das Programm in die **Projektansicht**.



Projektansicht beim TIA-Portal

The screenshot shows the TIA Portal Project View with several key areas annotated:

- Projektstruktur**: Points to the left-hand navigation tree.
- Arbeitsbereich**: Points to the central workspace showing the PLC rack configuration.
- Taskcards (abhängig vom Editor)**: Points to the right-hand taskcard area.
- Detailansicht**: Points to the bottom-left pane showing detailed object properties.
- Inspektorfenster (Eigenschaften des ausgewählten Objekts)**: Points to the bottom-right pane showing the 'Eigenschaften' (Properties) of the selected object.