

## Vorwort

Als eine der führenden Industrienationen steht Deutschland in einem starken internationalen Wettbewerb. Intelligente, innovative und kostenorientierte Produktionsverfahren helfen seiner Wirtschaft, in diesem Umfeld zu bestehen.

Eine herausragende Bedeutung kommt in diesem Zusammenhang der Industrieautomatisierung und der Umstellung von Automatisierungsprozessen zu. Sie sichert die Zukunftsfähigkeit ganzer Industrien.

Bei der INAUT GmbH blickt man auf mehr als 20 Jahre Erfahrung im Bereich der Industrieautomatisierung zurück und hat in nahezu allen denkbaren Branchen umfangreiche Erfahrungen sammeln können.

Das vorliegende Buch ist von diesen praktischen Erfahrungen geprägt. Es widmet sich anhand vieler Beispiele und in einfach verständlicher Sprache der weltweit bekanntesten und meist genutzten Programmiersoftware in der Industrieautomatisierung: SIMATIC STEP 7 (TIA Portal).

Am Beispiel der SIMATIC S7-1200 und S7-1500 wird praxisnah erläutert, wie die Controller über TIA V16 parametrieren und programmiert werden können. Dabei werden zugleich die wichtigsten Grundlagen der 1200/1500-SPS vorgestellt.

Alle Anwendungsschritte im Umgang mit dem aktuellen TIA V16 Portal werden detailliert anhand von Beispielen vermittelt. Ein umfangreiches Stichwortverzeichnis hilft bei der Suche nach Erklärungen bestimmter Fachbegriffe.

Das Handbuch ist ein Leitfaden und Nachschlagewerk für alle Einsteiger in die SIMATIC TIA V16-Welt und bietet auch Fortgeschrittenen wertvolle Praxistipps.

Die Beispielprojekte, die in diesem Buch aufgeführt sind, lassen sich nach kostenloser Registrierung auf der Webseite [www.sps-lehrgang.net](http://www.sps-lehrgang.net) herunterladen und nachvollziehen.

Der Autor dankt Herrn Christian Stern, Dozent der INAUT-Akademie, für die Überarbeitung der Abbildungen und Frau Petra Rodtheut, Marketingmanagerin bei INAUT für ihre Korrekturarbeiten sowie die Übersetzungen der Fachtexte in eine verständliche Sprache, damit auch weniger versierte Leser einen Nutzen aus der Lektüre ziehen können

André Zamzow



INDUSTRIESOFTWARE & AUTOMATISIERUNG



# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	5
<b>Abkürzungen und Bezeichnungen</b> .....	11
<b>1 Einleitung – von STEP 7 zum TIA Portal</b> .....	13
<b>2 SPS-Funktionen und Einsatzmöglichkeiten</b> .....	17
<b>3 SPS-S7-Baureihen: Ausstattungsmerkmale und Unterschiede</b> .....	21
3.1 Ausstattung Hard- und Software .....	21
3.2 Die Baureihen S7-1500 und S7-1200 sowie S7-300 und S7-400 .....	21
3.3 Panels .....	27
3.4 Datentypen im Vergleich .....	27
<b>4 Programmbearbeitung und -organisation</b> .....	33
4.1 Menüs .....	33
4.1.1 Menü Projekt .....	33
4.1.2 Menü Bearbeiten .....	34
4.1.3 Menü Ansicht .....	34
4.1.4 Menü Einfügen .....	35
4.1.5 Menü Online .....	36
4.1.6 Menü Extras .....	37
4.1.7 Menü Werkzeuge .....	39
4.1.8 Menü Fenster .....	45
4.1.9 Menü Hilfe .....	45
4.2 Icons / Shortcuts .....	48
4.3 Fenster .....	53
4.3.1 Projektnavigation .....	54
4.3.2 Detailansicht .....	55
4.3.3 Referenzprojekte .....	56
4.3.4 Editorfenster .....	57
4.3.5 Inspektorfenster .....	60
4.3.6 Task Card .....	69
4.4 Projektnavigation (Fenster) .....	72
4.4.1 Buttons Gruppe, Spaltenüberschrift, Übersicht .....	72
4.4.2 Neues Gerät hinzufügen .....	74
4.4.3 Geräte und Netze .....	74
4.4.4 PLC_n oder HMI_m .....	75
4.4.5 Online-Zugänge .....	75
4.4.6 Card-Reader/USB-Speicher .....	77
4.5 Programminformationen .....	77
4.5.1 Aufrufstruktur .....	78
4.5.2 Abhängigkeitsstruktur .....	79
4.5.3 Belegungsplan .....	79
4.5.4 Speicherauslastung .....	82

4.6	Querverweise .....	82
4.6.1	Querverweise im Editorfenster .....	82
4.6.2	Querverweise im Inspektorfenster .....	83
4.7	Beobachtungs- und Forcetabelle .....	84
4.7.1	Beobachtungstabelle .....	84
4.7.2	Forcetabelle .....	85
4.8	Online & Diagnose .....	86
4.8.1	Online-Zugänge .....	86
4.8.2	Diagnose .....	87
4.8.3	Online & Diagnose-Funktionen .....	92
4.9	Programmbausteine .....	95
4.9.1	Neuen Baustein hinzufügen .....	96
4.9.2	Kontextmenü .....	97
4.9.3	Programmtechnische Verfeinerung .....	98
4.10	PLC-Variablen .....	98
4.10.1	Neuanlage einer Variablen .....	100
4.10.2	Unterscheidungskriterien .....	102
4.10.3	Verschiebungen .....	103
4.11	PLC-Datentypen .....	103
4.11.1	Neuanlage .....	103
4.11.2	Systemdatentypen .....	106
4.12	Simulation S7-1200 und S7-1500 .....	106
4.12.1	Kompaktansicht .....	107
4.12.2	Projektansicht .....	107
4.12.3	Handhabung .....	107
4.13	Datensicherung und Backup .....	107
4.13.1	Projektarchivierung .....	108
4.13.2	Sicherung von Online-Gerät laden .....	108
4.13.3	Laden von Gerät (Software) .....	110
4.13.4	Laden des Geräts als neue Station (Hardware und Software) .....	111
4.13.5	Datensicherung des Panels .....	112
<b>5</b>	<b>Bausteine und Variablen .....</b>	<b>113</b>
5.1	Lineare Programmierung .....	113
5.2	Strukturierte Programmierung .....	114
5.3	Programmbausteine .....	115
5.3.1	Datenbaustein (DB) .....	116
5.3.2	Organisationsbausteine (OB) .....	117
5.3.3	Funktionen (FC) .....	119
5.3.4	Funktionsbausteine (FB) .....	122
5.4	Variablen .....	128
5.4.1	Globale Variablen .....	128
5.4.2	Lokale temporäre Variablen .....	128
5.4.3	Adressierung .....	129
<b>6</b>	<b>Grundlagen – elementare Datentypen .....</b>	<b>133</b>
6.1	Datenbreiten und Bitpositionen .....	133
6.1.1	Datenbreiten .....	133

6.1.2	Bitpositionen .....	133
6.1.3	MSB LSB – Höchstwertiges Byte – niederwertigstes Byte .....	135
6.2	Elementare Datentypen .....	135
6.3	Zusammengesetzte Datentypen .....	138
6.4	PLC-Datentypen – Anwenderdatentyp .....	139
<b>7</b>	<b>TIA Oberfläche in Kurzform .....</b>	<b>141</b>
7.1	Portalansicht .....	141
7.2	Projektansicht .....	141
7.3	Gerätekongfiguration .....	143
7.3.1	Einstellungen CPU .....	149
7.3.2	Einstellungen Digital-Eingabemodul .....	152
7.3.3	Einstellungen Digital-Ausgabemodul .....	154
7.3.4	Einstellungen Analog-Eingabemodul .....	155
7.3.5	Einstellungen Analog Ausgabemodul .....	157
7.3.6	Änderungen an der Gerätekongfiguration .....	159
7.4	PLC-Variablen .....	165
7.4.1	Variablen anlegen .....	166
7.4.2	Variable umbenennen .....	172
7.4.3	Variable definieren .....	174
7.4.4	Variable umverdrahten .....	176
7.4.5	Variablen – Kontextmenü .....	176
7.5	Datenbaustein erstellen .....	177
7.6	Funktion erstellen .....	178
7.7	Funktionsbaustein erstellen .....	180
7.8	Einfache Anweisungen .....	181
7.9	Erweiterte Anweisungen .....	184
7.10	HMI hinzufügen .....	184
7.10.1	Bilder zur HMI hinzufügen .....	186
7.10.2	Rechteck/Kreis hinzufügen und konfektionieren .....	187
7.10.3	Text hinzufügen und konfektionieren .....	189
7.10.4	Schaltfläche hinzufügen und konfektionieren .....	189
7.10.5	Meldeanzeige hinzufügen und konfektionieren .....	189
7.10.6	Globales Bild .....	190
7.10.7	Meldeindikator hinzufügen und konfektionieren .....	191
7.10.8	HMI-Variablen .....	192
7.10.9	HMI-Objekt – Eigenschaften .....	194
7.10.10	HMI-Variablenanbindung .....	195
<b>8</b>	<b>Beispielprojekt: Vorstellung und Ablauf .....</b>	<b>197</b>
8.1	Funktionsbeschreibung .....	200
8.1.1	Handbetrieb .....	200
8.1.2	Automatikbetrieb .....	201
8.2	Benötigte Baugruppen festlegen .....	201
8.3	Festlegung der Ein- und Ausgänge .....	202
8.4	Bausteinestlegung für Ablaufprogramm .....	203
8.5	Hardware anlegen .....	205
8.6	Festlegung der Variablen .....	217

<b>9</b>	<b>Beispielprojekt: Ansteuerung der Aktoren programmieren</b> .....	221
9.1	Funktion für den Ablauf anlegen .....	221
9.2	Bausteine der Aktoren programmieren .....	222
9.2.1	Funktionsbaustein Band .....	223
9.2.2	Funktionsbaustein Bearbeitung .....	229
9.2.3	Funktionsbaustein Schieber .....	229
9.3	Ansteuerungen der Aktoren im FC Ablauf programmieren .....	231
9.3.1	Betriebsmodi und Verriegelung .....	232
9.3.2	Ansteuerungen Band 1...4 .....	233
9.3.3	Ansteuerungen Schieber 1-2 und 3-4 .....	234
9.3.4	Ansteuerungen Fräse und Bohrer .....	236
9.4	Ansteuerungen Ablauf – Übersicht über alle Netzwerke .....	237
9.5	OB1: Zyklisches Programm .....	238
<b>10</b>	<b>Beispielprojekt: Panel ins Programm einbinden</b> .....	241
<b>11</b>	<b>Beispielprojekt: Panel Bilder projektieren</b> .....	243
11.1	Bilder zur HMI hinzufügen .....	243
<b>12</b>	<b>Beispielprojekt: Meldungen</b> .....	253
12.1	Meldungen in der SPS projektieren .....	253
12.2	Meldungen in der HMI projektieren .....	257
<b>13</b>	<b>Beispielprojekt: Projekte übertragen</b> .....	263
<b>14</b>	<b>Beispielprojekt: Projekt testen</b> .....	267
<b>15</b>	<b>Beispielprojekt: SPS-Programm beobachten</b> .....	273
<b>16</b>	<b>Stichwortverzeichnis</b> .....	275
	<b>Liste der Bilder</b> .....	277
	<b>Tabellen</b> .....	285

## Abkürzungen und Bezeichnungen

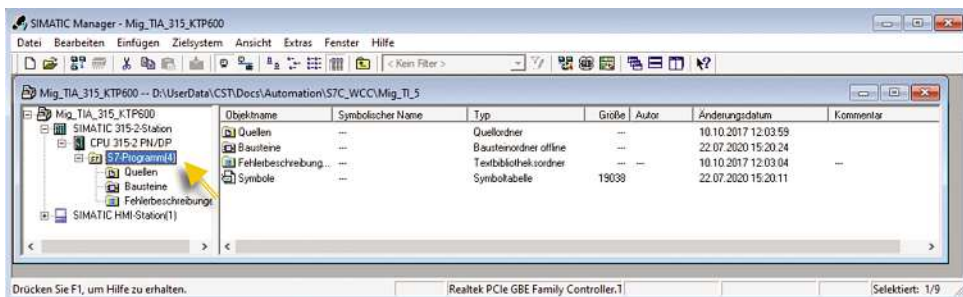
AI-Modul	Analogeingabebaugruppe
AO	Analogausgang
AQ-Modul	Analogausgabebaugruppe
AWL	Anweisungsliste
BYTE / WORD	1 Byte = 8 Bit / 1 Word = 16 Bit
CMP	Vergleicher
CP	Communications Processor, Kommunikationsprozessor
CPU	Central Processing Unit, Zentralprozessor
Datentyp IEC_TIMER	32 Bit IEC Zeiten
DB	Datenbaustein
DI-Modul	Digitaleingabebaugruppe
DINT	32 Bit Ganzzahl mit Vorzeichen
DQ-Modul	Digitalausgabebaugruppe
DWORD	Datentyp mit 32 Bit
EA-Baugruppe	Ein/Ausgabebaugruppe
FB	Funktionsbaustein
FBS	Funktionsbausteinsprache
FC	Funktion
Force-Auftrag	Ein- und Ausgänge steuern
FUP	Funktionsplan
GSD-Dateien	Gerätstammdateien
HMI	Human Maschine Interface
IEC	Norm EN 61131 für speicherprogrammierbare Steuerungen
IEC-Zeiten	Norm-Zeiten 32 Bit
IEC-Zähler	Norm-Zähler 32 Bit
IO-Variablen	Ein-Ausgangsvariable
KOP	Kontaktplan
LSB	Least Significant Byte
LWORD	Datentyp mit 64 Bit
MAC-Adresse	Media-Access-Control-Adresse
MAINT-LED	Wartungsanforderung Anzeige
MRES	Schalter Urlöschen
MSB	Most Significant Byte
NetPro	S7-Manager Netzwerkverbindungen
OB	Organisationsbaustein
PAA	Prozessabbild der Ausgänge

PAE	Prozessabbild der Eingänge
Panel	Bedien- und Anzeigedisplay
PLC	Programmable Logic Controller
PLC-Datentypen	definierte Datenstrukturen
PLC-Variablen	Variablen in der Steuerung
PN	Profinet
S7-300, S7-400	Baugruppen S7-Classic
S7-1200-SPS, S7-1500-SPS	Baugruppen TIA
S7-PLCSIM V16	SPS-Simulator V16
SCL	Strukturierte Text Programmiersprache
Simatic Manager	Projektmanager S7-Steuerungen
SR-Flipflop	selbsthaltender Speicherbaustein
SPS	speicherprogrammierbare Steuerung
Step 7	Programmiersoftware
TIA Portal	Totally Integrated Automation
TP	Timer Impuls
TOF	Timer Ausschaltverzögerung
TON	Timer Einschaltverzögerung
UDT	Userdefined Data Type
USINT	Unsigned Short INT (8 Bit Integer)
WinCC Comfort V16	Visualisierung Simatic Comfort Panels



# 1 Einleitung – von STEP 7 zum TIA Portal

In weiten Bereichen der Wirtschaft haben Maschinen das Arbeiten vereinfacht, z.T. auch Produktionsprozesse erst möglich gemacht. Diese Maschinen laufen rund um die Uhr, nicht zuletzt, weil sie automatisiert gesteuert werden. Für die Automatisierungen werden speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) eingesetzt. Dabei hat Siemens den größten Marktanteil in Europa. Insbesondere die Baureihe S7 ist sehr weit verbreitet. Diese SPS werden aber erst durch eine Software handhabbar: Seit 1995 wird STEP 7 unter dem Simatic Manager eingesetzt (Bild 1.1), ergänzt bzw. abgelöst seit 2009 durch das TIA Portal V10, das die bisherigen Programme unter einer Oberfläche vereint. Programmierung SPS, Panels und Frequenzumrichter sowie deren Simulation sind im TIA Portal über eine einheitliche Oberfläche handhabbar.



**Bild 1.1** Simatic Manager STEP7 Classic

Neben dem Simatic Manager sind auch noch die Programme Hardware Manager, NetPro, Starter, WinCC, Safety und die Simulation für die unterschiedlichen Bereiche der Automatisierung zu erwähnen. Der Simatic Manager und seine Hilfsprogramme werden zukünftig noch weiter im Einsatz bleiben, solange die Altanlagen noch existieren und Service benötigen und die Umstellung auf das TIA Portal noch nicht vollzogen ist.

Das TIA Portal als neue Programmierumgebung findet mit den neueren CPU – namentlich S7-1200 und S7-1500 – sowie den Panels der Comfort-Baureihe, mittlerweile auch den Panels der zweiten Basic-Baureihe weiter Verbreitung. Aber auch durch die Integration der alten CPU-Baureihen S7-300 und S7-400 ist ein weitgehend nahtloser Umstieg auf das TIA Portal möglich.

Für das TIA Portal existieren zwei verschiedene Oberflächen: die Portalansicht – vielfach der Einstieg ins TIA Portal – und die Projektansicht, die eigentliche Bedienoberfläche des Programmpaketes.

Die Portalansicht (Bild 1.2) liefert einen Überblick über die wesentlichen Funktionsgruppen und bietet die Möglichkeit, neue Hard- und Software anzulegen. Mit dem Anlegen neuer Objekte verzweigt das Programm dann in die Projektansicht.



Das TIA Portal ist aber noch mehr als ein einfaches Programmierwerkzeug, nämlich eine durchgängige Automatisierungslösung, die von der Feldebene (Sensoren/Aktoren) über die Steuerungsebene (SPS) und die Prozessleitebene (SCADA) bis zur Betriebsleiter- und Unternehmensebene reicht.

Es werden sowohl die hardwaretechnischen Komponenten der Automatisierung, die zugehörigen Softwarewerkzeuge als auch ein entsprechender Ersatzteilservice angeboten.

Programmiert werden die Siemens-Systeme mit dem TIA Portal, die CPU mit der Software STEP 7 Professional V16. Bei deren Installation werden noch etwaige Servicepakete und Updates als zusätzliches Unterscheidungskriterium angegeben. Für die Panels wird WinCC Comfort V16, für etwaige Simulationen S7-PLCSIM V16 benutzt. Die Simulation für die älteren CPU-Baureihen von S7-300/400 CPU ist mit einem älteren Simulationsprogramm realisiert worden, für die S7-1200/1500 mit einem neueren. Die Prozedur des Aufrufs der Simulation ist in TIA V16 identisch, je nach verwendeter CPU wird im Hintergrund auf das passende Programm verzweigt.



## 2 SPS-Funktionen und Einsatzmöglichkeiten

Die früher angewandte fest verdrahtete Programmierung von Steuerungen wird nach und nach von den speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS) verdrängt.

Damit ist eine SPS prädestiniert komplexe Aufgaben zu übernehmen, wie z. B. die Steuerung oder Regelung von Fertigungsanlagen und Fertigungsprozessen.

Die SPS besteht in der Regel aus einer CPU (Zentralprozessor), die über ein Bussystem mit digitalen sowie analogen Ein-Ausgabebaugruppen kommuniziert. In der CPU wird das vom Anwender geschriebene SPS-Programm sequenziell und zyklisch abgearbeitet. Alle logischen Funktionen im SPS-Programm werden in der CPU bearbeitet und ausgeführt. Die CPU besitzt je nach Ausführung Verbindungsschnittstellen über die (unter anderem) das Programm vom Programmiergerät eingespielt werden kann. Bei einem vorhandenen Netzwerk kann die CPU mit anderen Teilnehmern zum Datenaustausch verbunden werden. Das verwendete Netzwerk ist dafür unerheblich, sofern SPS und Teilnehmer über entsprechende Schnittstellen verfügen.

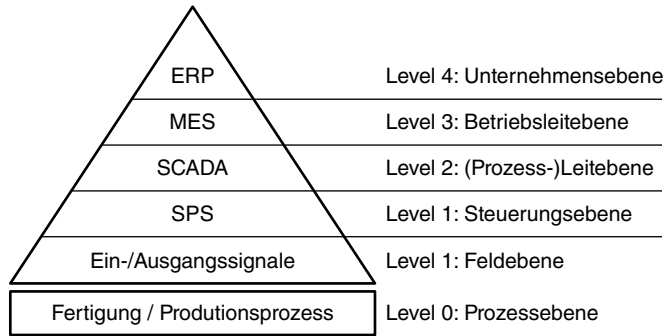
Über die Eingabebaugruppen werden externe Signale (Sensoren) digital und analog in die SPS eingelesen und im Programm verarbeitet. Über die Ausgabebaugruppen werden die Programmresultate digital sowie analog an die angeschlossenen Aktoren ausgegeben. Zusätzlich können nach Bedarf noch weitere Baugruppen wie Kommunikationsprozessoren (CP), Zählerbaugruppen, Positionierbaugruppen usw. in die SPS eingebaut werden. Auf dem Markt stehen je nach Hersteller und Anwendung verschiedene SPS-Ausführungen zur Verfügung, wie z. B. Kompakt-SPS, Modulare-SPS und Safety-SPS (Sicherheits-SPS). Im weitesten Sinne kann man auch periphere Hardware wie Panels, Frequenzumrichter usw. noch zu den Steuerungen zählen. Letztlich darf auch ein entsprechendes Programmiergerät nicht fehlen, zur Programmierung einerseits und zur Fehlersuche und -beseitigung andererseits.

Die Programmierung einer SPS wird auf digitaler Basis vorgenommen, damit erreicht man eine leichte Änderbarkeit und so eine hohe Flexibilität zur Anpassung an sich ändernde Anforderungen. Damit ist die digitale Programmierung prädestiniert für automatisch ablaufende Anlagen und Prozesse in allen Bereichen der Wirtschaft.

Die Automatisierung wird gerne in verschiedene Ebenen unterteilt und als Pyramide dargestellt (Bild 2.1). Jede Ebene hat eigene Anforderungen an die Automatisierung, die so klar abgegrenzt von anderen Ebenen realisiert werden können.

Die Automatisierungspyramide stellt die industrielle Produktion verteilt auf verschiedenen Ebenen dar. Auf jeder Ebene werden verschiedene Systeme der Leittechnik angewandt, die die unterschiedlichen Aufgaben in der Produktion abbilden. Die Grenzen sind dabei fließend, die angewandten Techniken sind an die Spezifika der Produktion angepasst.

Die Programmierung im TIA Portal V16 umfasst Feld- und Steuerungsebene, reicht aber auch in die (Prozess-) Leitebene hinein.



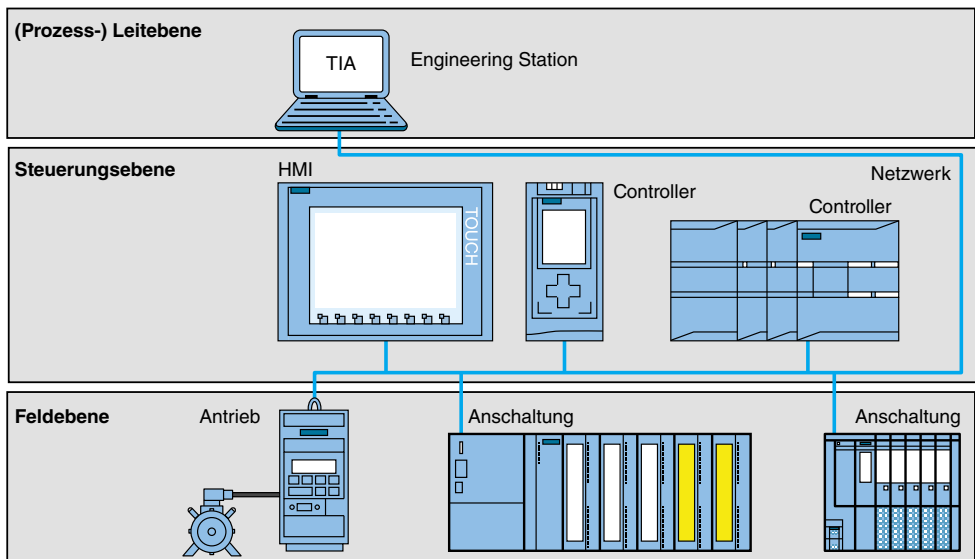
**Bild 2.1** Automatisierungspyramide

ERP: Enterprise Resource Planning – Unternehmerische Einsatzplanung (für Menschen und Maschinen, aber auch Kapital und Rohstoffe)

MES: Manufacturing Execution System – System zur effizienten Steuerung der Produktion, auch Produktionssystem

SCADA: Supervisory Control and Data Acquisition – Überwachen und Steuern von Technischen Prozessen (Anlagen) mittels Rechentechnik (Computer)

Für eine automatisierte Anlage ergibt sich entsprechend der Automatisierungspyramide das in Bild 2.2 dargestellte Bild.



**Bild 2.2** Ebenen in der Automatisierung

Die speziellen Automatisierungslösungen können auch anders aussehen: Es müssen keine zwei Anschaltungen oder keine zweite CPU oder ein HMI vorhanden sein; umgekehrt sind auch noch zahlreichere CPU (ggf. auch mit direkt angebotenen E/A), eine zweite und dritte HMI und natürlich noch mehr als ein Antrieb möglich. Die weitgehend beliebige Kombinierbarkeit unterschiedlicher Komponenten macht eine SPS zum umfassenden Problemlöser für Automatisierungsaufgaben aller Art. Dabei werden auch immer wieder Komponenten unterschiedlicher

Hersteller zusammen eingesetzt und tauschen ihre Daten über genormte Schnittstellen und Protokolle aus.

Die höheren Unternehmens- und Betriebsleiterebenen können ggf. über das Netzwerk auf die Automatisierung zugreifen, wobei dieser Teil des Netzwerks hier nicht dargestellt wurde. Auch wurde der Typ des Netzwerkes nicht näher spezifiziert. Ob Profinet oder Profibus eingesetzt wird, hängt von den Anforderungen an das Netz ab oder auch vom vorhandenen Netztyp. Die Verbreitung des Profinet wird insbesondere durch die in den S7-1200- und S7-1500-CPU standardmäßig implementierte Profinet-Schnittstelle weiter zunehmen. Die Entwicklung ist aber auch dort nicht abgeschlossen: Die Geschwindigkeit der Übertragung nimmt immer mehr zu und die Verkabelung wird weiter vereinfacht – Stichwort Zweidraht-Ethernet.

Programmiert wird das System mit der Software STEP 7 Professional V16. Für die Panels wird WinCC Comfort V16, für etwaige Simulationen S7-PLCSIM V16 benutzt. Diese Programme wurden bereits am Ende von Kapitel 1 kurz beschrieben.

Mit STEP 7 Professional V16 können folgende Funktionen für die Automatisierung einer Anlage genutzt werden:

- Konfigurierung und Parametrierung der Hardware, Festlegung der Kommunikation
- Programmierung und Dokumentation
- Test, Inbetriebnahme und Service mit den Betriebs-/Diagnosefunktionen
- Erstellung von Visualisierungen für die Simatic Basic Panels mit dem integrierten WinCC Basic und höheren Varianten
- Mit weiteren WinCC-Paketen können auch Visualisierungslösungen für Comfort Panels, PC und andere Panels erstellt werden.





## 3 SPS-S7-Baureihen: Ausstattungsmerkmale und Unterschiede

### 3.1 Ausstattung Hard- und Software

Die SPS-Baureihen S7-1500 und Sz-1200 verfügen über unterschiedliche Ausstattungen mit Hard- und Software, die in Tabelle 3.1 zusammengestellt sind.

**Tabelle 3.1** Ausstattung und Hard- und Software

	S7-1500	S7-1200
Erweiterbarkeit	31 Module	Min. 2, max. 8 Erweiterungsmodule
Integriertes Display mit Firmware, Betriebszustand, Diagnosepuffer, Beobachtungstabellen	Ja	Nein
Profilschiene	Siemens	DIN 35 mm
Diagnosefähige Systemstromversorgung	Ja	Nein
Profinetschnittstellen	1-2	1
Profibuschnittstellen	0-1	0
Bitoperationszeit	1..60 ns	80..90 ns
Wortoperationszeit	2..80 ns	12000 ns
Gleitkommaoperationszeit	6..400 ns	18000 ns
Merker	8 kByte	4 kByte
Pufferung	Ohne Batterie	Ohne Batterie
Ladespeicher	Bis 32 GB steckbar	1 ...2 MB integriert Bis 24 MB steckbar
KOP FBS / FUP SCL	Ja	Ja
AWL	Ja	Nein
Siemens-Timer	Ja	Nein
Siemens-Counter	Ja	Nein
Migrierbarkeit von S7-300	Ja	Nein
Migrierbarkeit von S7-400	Ja	Nein
64-Bit Datentypen	Ja	Ja, eingeschränkt
64-Bit Anweisungen	Ja	Ja
Safety CPU und Baugruppen	Ja	Ja

### 3.2 Die Baureihen S7-1500 und S7-1200 sowie S7-300 und S7-400

Bei den Siemens SPS unterscheidet man verschiedene Baureihen. Die S7-300 und S7-400 sind Vertreter der älteren Generation, die für das Jahr 2020 abgekündigt sind. Sie sollten dann nicht mehr für neue Projekte eingesetzt werden. Die Verfügbarkeit von Ersatzgeräten aus diesen

Baureihen ist für eine gewisse Zeit gewährleistet, jedoch wird sich Lieferbarkeit und Nachfrage in Abhängigkeit vom Preis einpendeln.

Die Baureihen S7-300 und S7-400 sind vielfach noch in STEP 7 Classic programmiert, dem Vorläufer des TIA Portals. Das STEP 7 Classic wird oft im Zusammenspiel mit WinCC flexible – für die Panels – und dem Starter – für die Frequenzumrichter – eingesetzt. Dies sind drei eigenständige Programme, natürlich jeweils auch mit einer eigenen Bedienungsfläche.

Die älteren S7-Baureihen – S7-300 und S7-400 – sind aber auch im TIA Portal projektierbar. Damit ist ein gleitender Übergang von STEP 7 Classic in das TIA Portal möglich. Einige sehr alte Baugruppen der S7-300- und S7-400-Baureihen sind allerdings im TIA Portal und dem dortigen Hardware-Katalog nicht mehr vertreten.

Siemens hat für die Übertragung eines STEP 7-Projektes ins TIA Portal den Begriff Migration geprägt. Als Teil des TIA Portals wird eine Migrationssoftware geladen, mit deren Hilfe Projekte aus STEP 7 Classic ins TIA Portal überführt werden. Zur Vereinfachung der Programmpflege wird man eine komplette Migration – SPS mit Panel – anstreben, alternativ ist auch eine alleinige Migration des Panels ins TIA Portal möglich, unter Beibehaltung des SPS-Programms unter STEP 7 Classic.

Falls erforderlich lässt sich in einem zweiten Migrationsschritt im TIA Portal ein Wechsel der Hardware von S7-300 und S7-400 auf eine CPU der Baureihe S7-1500 vornehmen.

Eine Migration auf eine S7-1200-Hardware wird wegen des eingeschränkten Funktionsumfangs der S7-1200 CPU nicht angeboten.

Die neueren Baureihen S7-1200 und S7-1500 sowie die Panels der neueren Generation sind ausschließlich im TIA Portal zu projektieren.

Aufgrund der mangelnden Verfügbarkeit von Panels der älteren Generation liegt hierin vielfach der Grund für einen Umstieg ins TIA Portal.

### **Bilder S7-1500 und S7-1200**

Es folgen einige Bilder von Aufbauten mit CPU der S7-Baureihen. Bild 3.1 bis Bild 3.7 zeigen Beispiele mit S7-1500 und S7-1200.



**Bild 3.1** S7-1500 -SPS, mit Netzteil (links) und Baugruppen



**Bild 3.2** Display der S7-1500, von links nach rechts: Netzteil, S7-1500, Baugruppen DI und DO



**Bild 3.3** S7-1500 «intern», von links nach rechts: Netzteil, S7-1500, Baugruppen DI und DO, mit geöffneten Abdeckungen



**Bild 3.4** S7-1500 komplett



**Bild 3.5** S7-1200-CPU, mit zwei Kommunikationsmodulen (links) und Netzteil (ganz rechts)



**Bild 3.6** S7-1200 «intern», mit zwei Kommunikationsmodulen (links), ohne Abdeckungen



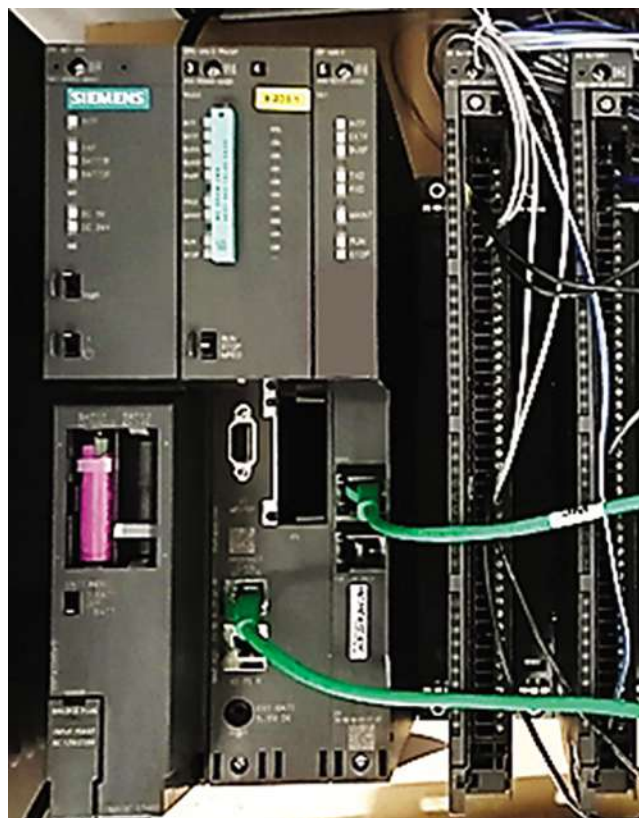
**Bild 3.7** S7-1200 mit Safety

**Bilder S7-300 und S7-400**

Bild 3.8 und Bild 3.9 zeigen zwei Aufbauten mit S7-300 bzw. S7-400.



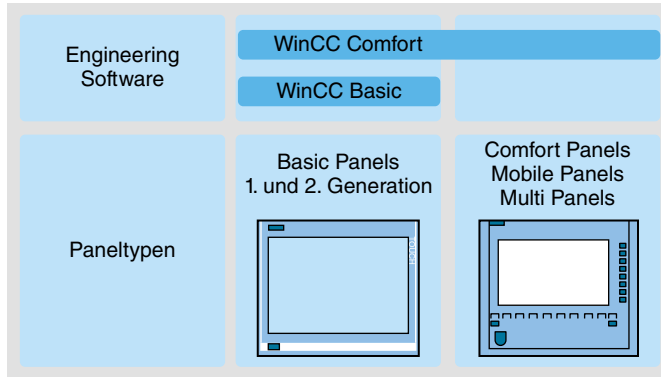
**Bild 3.8** S7-300 CPU SPS



**Bild 3.9** S7-400 CPU SPS

### 3.3 Panels

Unterschiedliche Paneltypen können mit verschiedener Software gesteuert werden, wie in der Matrix in Bild 3.10 dargestellt.



**Bild 3.10** Paneltypen und Engineering Software

### 3.4 Datentypen im Vergleich

Für den Einsatz der Anweisungen stehen verschiedene elementare Datentypen zur Verfügung, ein kleiner Teil davon ist in der S7-1200 nicht implementiert. Zusammengestellt sind die Informationen hierzu in Tabelle 3.2 bis Tabelle 3.13. Die S7-300 und S7-400 haben andere Umfänge bei den Datentypen, die hier nicht weiter aufgeführt werden, aber Teil der Datentypen der S7-1500 sind.

**Tabelle 3.2** Gegenüberstellung der Datentypen der S7-1500 und S7-1200

Datentypen	Hinweis	S7-1500	S7-1200
Binärzahlen			
BOOL	-	X	X
Bitfolgen			
BYTE	-	X	X
WORD	-	X	X
DWORD	-	X	X
LWORD	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	
Ganzzahlen			
SINT	-	X	X
USINT	-	X	X
INT	-	X	X
UINT	-	X	X
DINT	-	X	X
UDINT	-	X	X

**Tabelle 3.2** Gegenüberstellung der Datentypen der S7-1500 und S7-1200 – Fortsetzung

Datentypen	Hinweis	S7-1500	S7-1200
LINT	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	
ULINT	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	
Gleitpunktzahlen			
REAL	-	X	X
LREAL	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	X
Zeiten			
TIME	-	X	X
LTIME	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	
Datum und Uhrzeit			
DATE	-	X	X
TOD	-	X	X
LTOD	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	
LDT	Nicht als Merkervariable projektierbar	X	

**Nicht als Merkervariable projektierbar bedeutet: Eine Variable dieses Datentyps kann nur in DB oder in Bausteinschnittstellen von FC oder FB eingesetzt werden, eine Definition als Merker ist nicht möglich, das gilt für alle 64-Bit-Datentypen.**

**Tabelle 3.3** Vergleich Anweisungen der S7-1200 und S7-1500

Allgemein				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS/FUP
x	x	Netzwerk einfügen	x	x
x	x	Leerbox einfügen	x	x
x	x	Verzweigung öffnen	x	x
x	x	Verzweigung schließen	x	x
x	x	Eingang einfügen	-	
x	x	Boolesches Ergebnis invertieren	- NOT -	-o

**Tabelle 3.4** Vergleich Bitverknüpfungen

Bitverknüpfungen				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS/FUP
x	x	UND-Verknüpfung	x	&
x	x	ODER-Verknüpfung	x	>=1
x	x	EXKLUSIV	x	X
x	x	Zuweisung	-( )-	-[=]
x	x	Zuweisung negieren	-(/)-	-[/=]
x	x	Ausgang rücksetzen	-(R)-	-[R]
x	x	Ausgang setzen	-(S)-	-[S]



**Tabelle 3.4** Vergleich Bitverknüpfungen – Fortsetzung

Bitverknüpfungen				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS/FUP
x	x	Flipflop setzen/rücksetzen	SR	SR
x	x	Flipflop rücksetzen/setzen	RS	RS
x	x	Operand auf pos. Signalfanke abfragen	- P -	- P -
x	x	Operand auf neg. Signalfanke abfragen	- N -	- N -
x	x	Operand bei pos. Signalfanke setzen	-(P)-	-(P)-
x	x	Operand bei neg. Signalfanke setzen	-(N)-	-(N)-
x	x	Boolesches Ergebnis auf pos. Signalfanke abfragen	P-TRIG	P-TRIG
x	x	Boolesches Ergebnis auf neg. Signalfanke abfragen	N-TRIG	N-TRIG
x	x	Positive Signalfanke erkennen	R-TRIG	R-TRIG
x	x	Negative Signalfanke erkennen	F-TRIG	F-TRIG
x	x	SchlieBerkontakt	-   -	
x	x	Öffnerkontakt	- / -	

**Tabelle 3.5** Vergleich IEC-Zeiten

Zeiten IEC-Zeiten				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Impuls erzeugen	TP	TP
x	x	Einschaltverzögerung erzeugen	TON	TON
x	x	Ausschaltverzögerung erzeugen	TOF	TOF
x	x	Zeit akkumulieren	TONR	TONR
x	x	Zeit akkumulieren (Timer starten)	-(TONR)-	-[TONR]-
x	x	Zeit rücksetzen	-(RT)-	-[RT]-
x	x	Zeitdauer laden	-(PT)-	-[PT]-
x	x	Zeit als Impuls starten	-(TP)-	-[TP]-
x	x	Zeit als Einschaltverzögerung starten	-(TON)-	-[TON]-
x	x	Zeit als Ausschaltverzögerung starten	-(TOF)-	-[TOF]-

**Tabelle 3.6** Vergleich IEC-Zähler

Zähler IEC-Zähler				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Vorwärts zählen	CMP ==	CMP ==
x	x	Rückwärts zählen	CMP <>	CMP <>
x	x	Vorwärts und rückwärts zählen	CMP >=	CMP >=

**Tabelle 3.7** Vergleich Vergleichler

Vergleicher				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS/FUP
x	x	Gleich	CMP ==	CMP ==
x	x	Ungleich	CMP <>	CMP <>
x	x	Größer gleich	CMP >=	CMP >=
x	x	Kleiner gleich	CMP <=	CMP <=
x	x	Größer	CMP >>	CMP >>
x	x	Kleiner	CMP <<	CMP <<
x	x	Wert innerhalb Bereichs	IN_RANGE	IN_RANGE
x	x	Wert außerhalb Bereichs	OUT_RANGE	OUT_RANGE
x	x	Gültigkeit prüfen	- OK -	- OK -
x	x	Ungültigkeit prüfen	- NOT_OK -	- NOT_OK -

**Tabelle 3.8** Vergleich Mathematische Funktionen

Mathematische Funktionen				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS/FUP
x	x	Berechnen	CALCULATE	CALCULATE
x	x	Addieren	ADD	ADD
x	x	Subtrahieren	SUB	SUB
x	x	Multiplizieren	MUL	MUL
x	x	Dividieren	DIV	DIV
x	x	Absolutwert bilden Safety Anweisung	ABS	ABS
x	x	Divisionsrest gewinnen	MOD	MOD
x	x	Zweierkomplement erzeugen	NEG	NEG
x	x	Inkrementieren	INC	INC
x	x	Dekrementieren	DEC	DEC
x	x	Minimum ermitteln	MIN	MIN
x	x	Maximum ermitteln	MAX	MAX
x	x	Limitieren	LIMIT	LIMIT
x	x	Quadrat bilden	SQR	SQR
x	x	Quadratwurzel bilden	SQRT	SQRT
x	x	Natürlichen Logarithmus bilden	LN	LN
x	x	Exponentialwert bilden	EXP	EXP
x	x	Sinuswert bilden	SIN	SIN
x	x	Cosinuswert bilden	COS	COS
x	x	Tangenswert bilden	TAN	TAN
x	x	Arcussinuswert bilden	ASIN	ASIN
x	x	Arcuscosinuswert bilden	ACOS	ACOS

**Tabelle 3.8** Vergleich Mathematische Funktionen – Fortsetzung

Mathematische Funktionen				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS/FUP
x	x	Arcustangenswert bilden	ATAN	ATAN
x	x	Nachkommastelle ermitteln	FRAC	FRAC
x	x	Potenzieren	EXPT	EXPT

**Tabelle 3.9** Vergleich Verschieben

Verschieben				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Wert kopieren	MOVE	MOVE
x	x	Datentyp aus ARRAY of BYTE kopieren (Deserialisieren)	Deserialize	Deserialize
x	x	Datentyp in ARRAY of BYTE kopieren (Serialisieren)	Serialize	Serialize
x	x	Bereich kopieren	MOVE_BLK	MOVE_BLK
x	x	Bereich nicht unterbrechbar kopieren	UMOVE_BLK	UMOVE_BLK
x	x	Bereich kopieren	MOVE_BLK_VARIANT	MOVE_BLK_VARIANT
x	x	Bereich befüllen	FILL_BLK	FILL_BLK

**Tabelle 3.10** Vergleich Umwandler

Umwandler				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Wert konvertieren, wird implizit vorgenommen, daher meist nicht notwendig.	CONVERT	CONVERT
x	x	Zahl runden	ROUND	ROUND
x	x	Aus Gleitpunktzahl nächsthöhere Ganzzahl erzeugen	CEIL	CEIL
x	x	Aus Gleitpunktzahl nächstniedere Ganzzahl erzeugen	FLOOR	FLOOR
x	x	Ganzzahl erzeugen	TRUNC	TRUNC
	x	Skalieren	SCALE	SCALE
x	x	Skalieren	SCALE_X	SCALE_X
x	x	Normieren	NORM_X	NORM_X
x		Unskalieren	UNSCALE	UNSCALE
x	x	Allgemein können Sie Zahlenformate und Datentypen in andere Zahlenformate und Datentypen umwandeln.	CONVERT	CONVERT

**Tabelle 3.11** Vergleich Programmsteuerung

Programmsteuerung				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Baustein verlassen	RET	RET
x	x	Springen bei VKE = 1	-(JMP)	-[JMP]
x	x	Springen bei VKE = 0	-(JMPN)	-[JMPN]
x	x	Sprungmarke	LABEL	LABEL
x	x	Sprungliste definieren	JMP_LIST	JMP_LIST
x	x	Sprungverteiler	SWITCH	SWITCH
x	x	Zurück springen	-(RET)	-[RET]

**Tabelle 3.12** Vergleich Wortverknüpfungen

Wortverknüpfungen				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Einerkomplement erzeugen	INVERT	INVERT
x	x	Decodieren	DECO	DECO
x	x	Encodieren	ENCO	ENCO
x	x	Selektieren	SEL	SEL
x	x	Demultiplexen	DEMUX	DEMUX
x	x	Wortweise nach UND verknüpfen	AND	AND
x	x	Wortweise nach ODER verknüpfen	OR	OR
x	x	Wortweise nach EXKLUSIV ODER verknüpfen	XOR	XOR
x	x	Doppelwortweise nach UND verknüpfen	AND	AND
x	x	Doppelwortweise nach ODER	OR	OR
x	x	Doppelwortweise nach EXKLUSIV ODER verknüpfen	XOR	XOR

**Tabelle 3.13** Vergleich Schieben und Rotieren

Schieben und Rotieren				
S7-1500	S7-1200	Beschreibung	KOP	FBS / FUP
x	x	Wortweise nach rechts schieben	SHR	SHR
x	x	Wortweise nach links schieben	SHL	SHL
x		Doppelwortweise nach rechts rotieren	SHR	SHR
x		Doppelwortweise nach links rotieren	SHL	SHL

## 4 Programmbearbeitung und -organisation

Die Bedienung des Programms TIA V16 ist anspruchsvoll, die Möglichkeiten überwältigend, die Fähigkeiten ausgewogen. Dennoch wird man viel Zeit damit aufwenden, das Programm zu bedienen, sodass es sich auszahlen wird, Zeit in eine gute Programmierung investiert zu haben. Insbesondere bei ungeübten Programmierern werden so im Vorfeld etwaige Probleme und Fehler gemeldet, die dann nicht in die Anlage eingespielt werden. Fehler im Programm oder ein ungewollter Betriebszustand STOP werden so vermieden.

### 4.1 Menüs

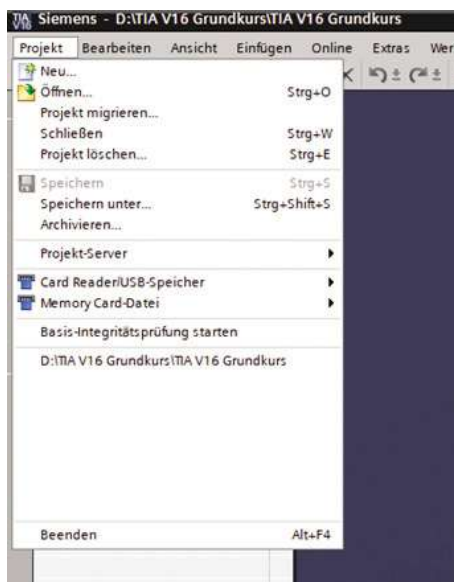
Im Folgenden werden die wichtigsten Menüs des Programms kurz besprochen. Einzelne Menüpunkte oder Unterpunkte sind je nach Kontext, aus dem das Menü aufgerufen wird, ausgegraut und damit nicht anwählbar. Für viele Menüpunkte existieren sogenannte Shortcuts – Tastenkombinationen zum Auslösen der einen oder anderen Funktion ohne Mausbedienung. Manche Menüs sind auch erst nach Herstellen einer Online-Verbindung selektierbar.

#### 4.1.1 Menü Projekt

Hier finden sich die wesentlichen Menüpunkte zum Öffnen, Löschen, Anlegen («Neu»), Migrieren, Speichern, Archivieren und Drucken (Bild 4.1). Die Funktionen dieser Punkte sind fast selbsterklärend.

Das **Archivieren** dient der Sicherung eines Projektes in einer gezippten Datei. Diese enthält das gesamte Projekt nebst peripheren Daten und ist nicht auf die verschiedenen Verzeichnisse verteilt. Zum Entpacken einer solchen Archivdatei existiert kein entsprechender Eintrag zum Dearchivieren, dies wird über die Funktion «Öffnen» abgewickelt.

**Migrieren** ist eine spezielle Funktion mit der nach entsprechenden Vorarbeiten Projekte aus STEP 7 Classic ins TIA Portal konvertiert werden können.



**Bild 4.1** Menü Projekt mit Untermenüs