
André Zamzow

SPS-Fehlersuche in Industrieanlagen

Strukturierte Fehleranalyse mit STEP7 und
TIA-Portal



Inhaltsverzeichnis

Vorwort	5
---------------	---

1 Einleitung

2 Automatisierungskomponenten und deren Fehlermöglichkeiten

2.1 Schütze, Sicherungen und Relais.....	13
2.1.1 Schütz-Ansteuerung.....	13
2.1.2 Relais	14
2.1.3 Motorschutzschalter.....	15
2.1.4 Sicherung.....	15
2.1.5 Reparaturschalter	16
2.1.6 LoTo (lock out, tag out)	17
2.1.7 Not-Aus-Taster	17
2.1.8 Not-Halt.....	18
2.2 Messtechnik	19
2.2.1 Durchgangsprüfer	20
2.2.2 Multimeter	20
2.2.3 Messwertgeber und Messgerät	21
2.2.4 Stromzange.....	21
2.2.5 Messgeräte für PROFINET und Profibus.....	21
2.3 Schaltpläne und Betriebsmittelkennzeichnungen	22
2.3.1 Schaltplan lesen und verstehen	22
2.3.2 Anlagenkennzeichnungssysteme	23
2.3.3 R&I-Fließschema (Rohrleitungs- und Instrumentenschema).....	24
2.4 Bustechnik.....	25
2.4.1 PROFIBUS.....	26
2.4.2 Fehlerbehandlung PROFIBUS	27
2.4.2.1 Installationsprüfung	27
2.4.2.2 Fehlerquellen im Betrieb.....	28
2.4.2.3 Fehlerquellen bei der Wartung	28
2.4.3 PROFINET	28
2.4.3.1 PROFINET-Protokolle.....	28
2.4.4 Unterschiede zwischen PROFIBUS und PROFINET	29
2.4.5 Ethernet TCP/IP	31
2.4.6 EtherNet/IP	31
2.4.7 EtherCAT.....	31
2.4.8 DeviceNet	31
2.4.9 Interbus	32
2.4.10 Modbus	32
2.4.11 RS232, RS485	32
2.4.12 IO-Link	32

3	Speicherprogrammierbare Steuerungen	
3.1	S7-300	33
3.2	S7-400	34
3.3	ET 200S	34
3.4	S7-1200	35
3.5	S7-1500	35
3.6	ET 200SP	35
4	Fehleranalyse in der Anlage	
4.1	Erste Schritte zur Fehleranalyse	37
	Optische Überprüfung der Anlage	37
	Einfache Überprüfungen, wenn sich die Anlage nicht einschalten lässt	37
	Messtechnische Überprüfungen, wenn keine optischen Fehler erkennbar sind	37
	Überprüfung von Busstörungen	37
	Fehleranalyse über Netzwerkfunktion	38
	Test der Antriebe durch Hand- und Automatikbetrieb	38
4.2	SPS-LED Ein- und Ausgänge	39
4.2.1	Fehlerdiagnose per Status-LED an S7-300 und S7-400 CPU	40
4.2.2	Fehlerdiagnose per Status-LED an S7-1200 und S7-1500 CPU	40
4.2.3	Status-LED an einem Signalmodul (SM)	42
4.3	Der Fehlermodus	43
5	STEP7-Fehleranalyse	
5.1	STEP7-Version feststellen	46
5.2	Programmiersprachen	47
5.3	Verwendete Hardware	49
5.3.1	Hardwarekonfiguration	49
5.3.2	Fehler in der Hardwarekonfiguration	50
5.3.3	Eingesetztes I/O-Bussystem	50
5.3.4	Erreichbare Teilnehmer	51
5.4	Online- und Offline-Programmvergleich	54
5.4.1	Bausteine vergleichen	54
5.5	Programmsicherung durchführen	56
5.6	Baugruppenzustand und Diagnosepuffer	58
5.6.1	Baugruppenzustand der CPU	58
5.6.2	Diagnosepuffer der CPU	61
5.7	Fehler-OB im Simatic Manager	63
5.8	Signalverfolgung von Variablen	65
5.8.1	Globale Variable über <i>Gehe zu</i> verfolgen	65

5.8.2	Lokale Variable über <i>Gehe zu</i> verfolgen.....	67
5.8.3	Querverweise	70
5.8.4	Variablen-tabelle beobachten und steuern.....	71
5.9	Programm online öffnen, beobachten und steuern	72
5.9.1	Aufgerufenen Baustein öffnen	72
5.9.2	Beobachten im Aufrufpfad.....	75
5.9.3	Einschaltbedingungen zurückverfolgen.....	78
5.9.4	Bedingungen mit True (Signal=1) überbrücken oder mit False (Signal=0) sperren	79
5.9.5	Variablen steuern	79
5.9.6	Bedienen am Kontakt.....	80
5.9.7	Forcen der Ein- und Ausgänge.....	82
5.10	Safety Fehlerdiagnose.....	83
5.10.1	Baugruppen Einstellungen.....	83
5.10.2	Safety-Bausteine	86
5.10.3	Safety-Programm-Analyse	89
5.10.4	Safety-Fehleranalyse	89
5.11	Migration STEP7-Projekt zum TIA-Portal	90
5.11.1	Bausteinkonsistenz prüfen.....	90
5.12	Visualisierung im Simatic Manager mit WinCC-flexible	92
5.12.1	Meldungen	92
5.12.2	Fehleranzeige in eingesetzter Visualisierung	93
5.12.3	Migration STEP7 Flexible ins TIA-Portal WinCC	95

6 TIA-Portal Fehleranalyse

6.1	TIA-Portalversion feststellen	98
6.2	Projektansicht	98
6.3	Programmiersprachen	99
6.4	Verwendete Hardware	99
6.4.1	Gerätekonfiguration.....	100
6.4.2	Eingesetztes I/O-Bussystem.....	100
6.4.3	Erreichbare Teilnehmer	100
6.5	Online/Offline-Programmvergleich.....	101
6.5.1	Online-Verbinden	101
6.5.2	Vergleich von Projekten Online/Offline.....	103
6.5.3	Offline/Online-Vergleich von Bausteinen	105
6.6	Programmsicherung durchführen	107
6.6.1	Projektarchivierung.....	107
6.6.2	Sicherung von Online-Gerät laden	107
6.6.3	Laden von Gerät (Software).....	109
6.6.4	Laden des Geräts als neue Station (Hardware und Software)...	110
6.6.5	Datensicherung des Panels	110
6.7	Online und Diagnose.....	111
6.8	Fehler-OB im TIA-Portal.....	115
6.9	Programm online öffnen, beobachten und steuern	116

6.9.1	Beobachtungstabelle zur Signalverfolgung	116
6.9.2	Forcetable.....	117
6.9.3	Querverweise im Editorfenster.....	118
6.9.4	Querverweise im Inspektorfenster.....	119
6.9.5	Lokale und globale Variablen verfolgen	121
6.9.5.1	Globale Variablen.....	121
6.9.5.2	Lokale Variablen.....	121
6.10	Safety-Fehlerdiagnose.....	123
6.10.1	Baugruppeneinstellungen.....	123
6.10.2	Safety-Bausteine	127
6.10.3	Safety-Fehleranalyse.....	127
6.11	Migration STEP7-Projekt zu TIA-Portal.....	130
6.11.1	Softwaremigration	130
6.11.1	Migration Hard- und Software.....	130
6.12	Visualisierung im TIA-Portal	133
6.12.1	Meldungen	134
6.12.2	Fehleranzeige in eingesetzter Visualisierung	135
6.12.3	Migration STEP7-Flexible zum TIA-Portal WinCC.....	135

7 **Abbildungsverzeichnis**

Stichwortverzeichnis	143
-----------------------------------	------------

Einleitung

1

Dieses Buch widmet sich ausführlich den häufigsten Herausforderungen und Stolpersteinen bei der Fehlerbehebung in der Anlagentechnik. Es bietet verschiedene Strategien, Techniken und bewährte Methoden, um effektiver Fehler zu finden und zu beheben.

Egal, ob Sie ein erfahrener Automatisierungstechniker sind, der seine Fähigkeiten weiterentwickeln möchte, oder ein Einsteiger, der sich mit den Grundlagen der Fehlersuche vertraut machen möchte – dieses Buch bietet wertvolle Einblicke und praktische Ratschläge aus über 25 Jahren branchenübergreifender Erfahrung der Inaut GmbH in der Fehlersuche sowohl mit Programmiergeräten und Messgeräten als auch in der optischen Fehlersuche.

Es werden einfache Wege aufgezeigt, wie Fehler visuell nachverfolgt werden können. Die langjährige Erfahrung in der Industrie hat gezeigt, dass es zunächst wichtig ist, die vermeintlichen Fehlerquellen optisch zu analysieren: Ist ein Draht lose? Ist ein Sensor verbogen? Gibt es Auffälligkeiten in der Mechanik?

Wenn keine optischen Fehler erkennbar sind, versucht man die Ursache einzugrenzen: Ist die Stromversorgung in Ordnung? Gibt es mechanische Ablauffehler? Liegt ein Bedienungsfehler vor oder könnte ein Programmablauffehler vorliegen?

Dieses Buch ist gegliedert nach verschiedenen Möglichkeiten zur Fehlersuche, sei es in der Hardware oder in der Software. Dabei werden detailliert verschiedene Messinstrumente und Messmöglichkeiten behandelt. Es wird auch ausführlich auf die Siemens-Technologien STEP7 Classic und TIA Bedienoberfläche eingegangen. Dieses Nachschlagewerk ist in den Kapiteln so strukturiert aufgebaut, dass die Fehlersuche in wenigen Schritten erleichtert wird. Ein bisschen Glück gehört natürlich auch dazu!

Automatisierungs- komponenten und deren Fehlermöglichkeiten

2

2.1 Schütze, Sicherungen und Relais

2.1.1 Schütz-Ansteuerung

Bei einem Fehler sollte anhand von Schaltplan und Kennzeichnung das betreffende Schütz lokalisierbar sein.

Wenn z. B. ein Motor nicht läuft, kann man anhand der Kennzeichnung des Motors und dessen Steuerungsschützes im Schaltplan durch eine korrekte Kennzeichnung – z. B. M3 (Motor3) und K13 (Schütz13) – die Störung im Schaltschrank finden und untersuchen. Damit lassen sich auch die Arbeitskontakte eines Schützes überprüfen und die Ansteuerung des Schützes lokalisieren. Sofern der entsprechende Ausgang der Steuerung ein 1-Signal führt (an der Ausgabebaugruppe leuchtet die LED), ist die Ansteuerung von Schütz und Motor zu prüfen. Letztlich hilft auch ein Blick in den Schaltschrank und eine Kontrolle, ob das Schütz angezogen oder abgefallen ist. An der Klemmleiste oder am Schütz sollte gemessen werden, ob die Steuerspannung anliegt, dies kann zur Vervollständigung des Fehlerbildes beitragen.

An den Kontakten kann die Steuerspannung nachgemessen werden, ebenso auch die am Lastkreis anliegende Spannung. Allerdings können die Spannungen auseinanderliegen: Im Steuerstromkreis können neben 230 V Wechselspannung auch 24 V Gleichspannung verwendet werden. In der Regel hat man es im Steuerstromkreis nur mit einer der beiden Spannungen zu tun.



Bild 2.1
Hilfsschütz

Die Bauformen von Schützen bzw. Relais können sehr unterschiedlich sein. Zur Bestimmung des richtigen Gerätes dient die Anlagenkennzeichnung, die sich auch im Schaltplan und in der Programmierung wiederfinden sollte. Im Bild 2.2. ist als Beispiel ein Relais dargestellt, in Form eines Sicherheitsschaltgeräts.



Bild 2.2 Sicherheitsschaltgerät

2.1.2 Relais

Ein Relais hat eine vergleichbare Funktionsweise wie ein Schütz. Es ist jedoch nicht für höhere Schaltleistungen ausgelegt. Die konstruktiven Unterschiede sind für die Fehlersuche von untergeordneter Bedeutung, sodass ähnlich vorgegangen werden kann.



Bild 2.3 Steckrelais

2.1.3 Motorschutzschalter

Der Motorschutzschalter schützt den Motor vor dauerhafter Überlastung. Sollte ein Motorschutzschalter häufiger auslösen, so ist er defekt, falsch eingestellt oder der Motor ist über seine Leistungsgrenzen hinaus länger betrieben worden. Bei einem Motor, der im Direktanlauf betrieben wird, stellt man den Motorschutzschalter auf den maximalen Strom und bei einem Stern-Dreieckanlauf auf das 0,58-Fache des Motornennstroms ein. Es existieren unterschiedliche Bauformen – Bild 2.4 zeigt die mit Knebelschalter – auch solche mit zusätzlichen Kontakten für eine Rückmeldung in die SPS, ob der Schalter ausgelöst hat oder nicht.



Bild 2.4 Leistungsschalter

2.1.4 Sicherung

Die Sicherung schützt die Leitung zum Motor sowohl vor dauerhafter Überlastung als auch vor kurzzeitigen erheblichen Überlastungen (Kurzschluss). Für ein übermäßiges Auslösen kommen vergleichbare Ursachen wie beim Motorschutzschalter infrage. Es existieren unterschiedliche Bauformen, einige haben auch zusätzliche Kontakte für eine Rückmeldung in die SPS, ob der Schalter ausgelöst hat oder nicht.

Ist ein Knebelschalter „oben“, so ist die Sicherung eingeschaltet, ist er „unten“, so ist sie ausgeschaltet oder die Sicherung hat wegen eines Fehlers ausgelöst. Sicherungen besitzen teilweise einen Hilfskontakt, der der angeschlossenen Steuerung signalisiert, ob die Sicherung ausgelöst hat.

Andere SicherungsbaufORMen haben eine Porzellanfassung zum Schrauben für Sicherungseinsätze, dies nennt man Schmelzeinsatz oder Sicherungspatrone, sie haben vergleichbare Eigenschaften. Eine solche Sicherung hat einen Kennmelder, der beim Auslösen der Sicherung abfällt. Danach ist eine Messung angeraten, um festzustellen, ob die Sicherung ausgelöst hat. Zu den Schmelzsicherungen gehören auch Bauformen

zum Stecken mit Schraubkappe (Schraubsicherungen, Bild 2.6), je nach Ausführung auch zum allpoligen Trennen eines dreiphasigen Anschlusses. Eine Schmelzsicherung ist nach dem Auslösen defekt und muss ausgetauscht werden. Ein Sicherungsautomat lässt sich nach dem Auslösen wieder einschalten, sollte er nicht halten, so ist die Störung noch vorhanden, die zum Auslösen geführt hat.



Bild 2.5 Leitungsschutzschalter



Bild 2.6
Sicherheitssockel mit
Schraubkappe

2.1.5 Reparaturschalter

Ob ein Reparaturschalter existiert, lässt sich aus dem Schaltplan erkennen, er ist dort mit seinen Kontakten in Reihe zu den Motoranschlüssen eingezeichnet. Bei einer Reparatur kann damit der Antrieb allpolig stromlos geschaltet werden. Üblicherweise wird das Wiedereinschalten zur Sicherheit mit einem Einhängeschloss verhindert.

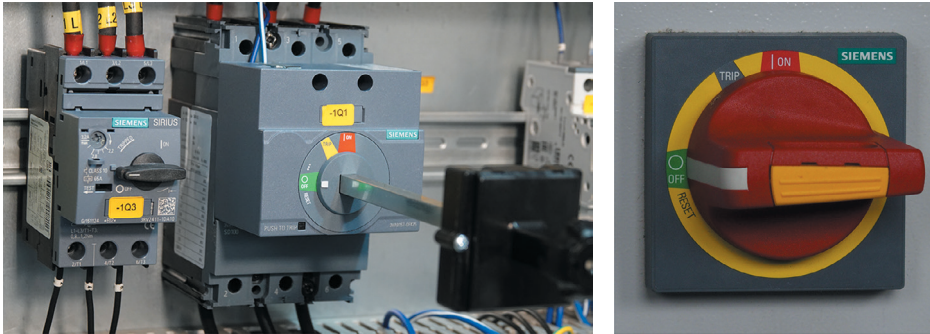


Bild 2.7 Reparateurschalter

2.1.6 LoTo (lock out, tag out)



Bild 2.8 LOTO-Sicherheitsschloss

LoTo ist ein Verfahren zur Sicherung von Maschinen mittels Lockout und Tagout (Verriegelung, Kennzeichnung). Mit dem Lockout wird sowohl eine mechanische als auch eine elektrische Sicherung gegen das Wiedereinschalten einer Anlage eingesetzt. Das Tagout vervollständigt diese Sicherung optisch durch einen entsprechenden Warnanhänger mit Angaben zum Grund, der Dauer und der für die Sperre verantwortlichen Person.

2.1.7 Not-Aus-Taster

Der Not-Aus schaltet die Anlage stromlos. Damit sind nicht alle Risiken beseitigt, denn es können zum Beispiel noch Anlagenteile erhitzt sein oder es besteht noch Druck in den Anlagen. Üblicherweise werden die Notauskreise als Öffner verdrahtet, d. h. der entsprechende Eingang an der SPS muss ein 1-Signal führen, damit die Anlage läuft. Prinzipiell soll ein Not-Aus-Taster nur im Notfall betätigt werden, leider wird er aber gerne auch manchmal zum Ausschalten der Anlage benutzt. Auch hier existieren verschiedene Bauformen, in der Regel wird eine gelb-rote Kennfarbe mit der Beschriftung Not-Aus kombiniert.

Leider gibt es bei dieser Standard-Bauform das Problem, dass ein betätigter Not-Aus (Bild 2.10) kaum von einem unbetätigten Not-Aus (Bild 2.11)



Bild 2.9 Not-Aus

Speicherprogramm- mierbare Steuerungen

3

SPS steht für „Speicherprogrammierbare Steuerung“ und ist eine elektronische Steuerungseinheit, die in der Automatisierungstechnik und in industriellen Steuerungssystemen weit verbreitet ist. SPS-Komponenten sind die Bauteile, die in einer SPS-Anlage verwendet werden, um verschiedene Aufgaben in der Steuerung, Überwachung und Automatisierung von industriellen Prozessen auszuführen. In Verbindung mit Visualisierungen können komplette Anlagenprozesse beobachtet und gesteuert werden.

3.1 S7-300

Das Siemens S7-300-Steuerungssystem ist in der Automatisierungsindustrie nach wie vor weit verbreitet und wird in Verbindung mit dem Simatic Manager und dem TIA-Portal eingesetzt. Dieses System verwendet Frontstecker zur Verdrahtung der einzelnen Module. Bild 3.1 zeigt eine S7-Kompakt-CPU. Diese kompakte Bauform kann jedoch Herausforderungen bei defekten Modulen mit sich bringen, da diese fest mit der CPU verbaut sind und nicht ausgetauscht werden können. Zum Austausch von defekten Baugruppen eignet sich besser ein diskreter Aufbau mit einer CPU und Ein-Ausgabebaugruppen.

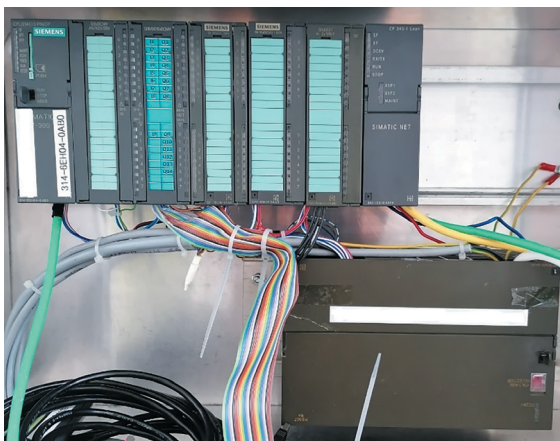


Bild 3.1
S7-314C

Fehleranalyse in der Anlage

4

4.1 Erste Schritte zur Fehleranalyse

Zur Fehleranalyse einer Anlage stehen in ersten Schritten mehrere Möglichkeiten zur Verfügung.

Optische Überprüfung der Anlage

- Kann man einen mechanischen (z. B. Teile der Anlage abgerissen/verformt) oder elektrischen Defekt (z. B. Kabel durchtrennt, Sensor abgerissen) erkennen?
- Sind alle Sicherungen und Motorschutzschalter im Schaltschrank in Ordnung?
- Lässt sich die Anlage einschalten?

Einfache Überprüfungen, wenn sich die Anlage nicht einschalten lässt

- Not-Aus oder Not-Halt-Schalter betätigt?
- Hauptschalter ausgelöst?
- Ist eine Sicherheitslichtschranke unterbrochen?
- Ist eine Sicherheitstür geöffnet?
- Ist die SPS unter Spannung und keine LED rot?

Messtechnische Überprüfungen, wenn keine optischen Fehler erkennbar sind

- Schaltschrank öffnen und die 3 Phasen der Versorgungsspannung messen
- Wenn an der SPS keine LED leuchten, die Steuerspannung von 24 V messen

Überprüfung von Busstörungen

Die Spannungen sind in Ordnung, die STOP-LED der CPU leuchtet rot und die BF-LED blinkt. Dann sollte getestet werden:

1. PROFIBUS-Fehler ein oder mehrere Teilnehmer sind von der CPU aus nicht erreichbar:
 - Optische Überprüfung, ob bei einem oder mehreren Teilnehmern eine rote LED leuchtet oder blinkt

STEP7-Fehleranalyse

5

Der Simatic Manager ist ein umfassendes Programmpaket, das STEP7, HW-Konfig, Netzkonfig, PLCSIM, STARTER, WinCC flexibel und andere Zusatzprogramme einschließt. Mit dem Simatic Manager werden die Steuerungen programmiert, die Hardware und Netzwerkconfiguration eingerichtet und parametrisiert. Es können online Programmierfehler, Hardwarefehler sowie Vernetzungsfehler bei den S7-Steuerungen festgestellt werden.



Bild 5.1 Startbild Simatic Manager

Der Simatic Manager (Classic) kann nur für die S7-300- und S7-400-Steuerungen eingesetzt werden. Die Darstellung im Programm weist eine geringere Detailtiefe auf, dennoch sind alle essenziellen Funktionen durch wenige Mausklicks (Rechtsklick und Linksklick) leicht zugänglich.

5.1 STEP7-Version feststellen

Um mit der softwaretechnischen Fehlersuche beginnen zu können, ist es wichtig zu wissen, welche STEP7-Version (siehe Bild 5.1, Startbild Simatic Manager) und welche Zusatzpakete auf dem Programmiergerät (PG) installiert sind. Im Programm selbst findet man die Programmversion im Menü-Band unter *Hilfe* und *Info* (Bild 5.2).

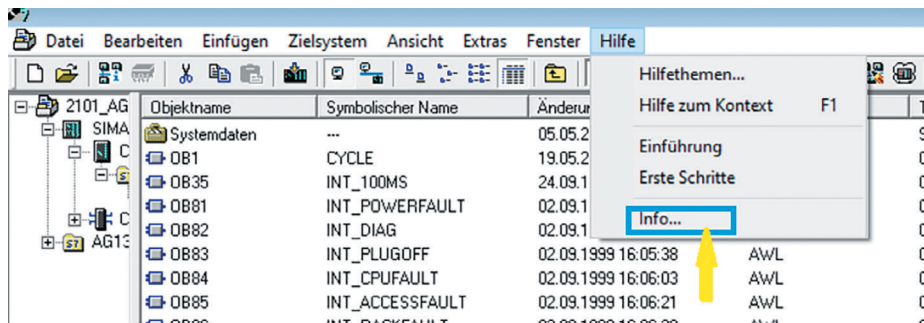


Bild 5.2 Informationsfenster öffnen

In der STEP7-Manager Information wird die Versionsnummer und der Ausgabestand des STEP7-Managers dargestellt (Bild 5.3). Weitere Informationen zu installierten Softwareversionen können mit Klick auf den Button *Anzeigen* geöffnet werden.

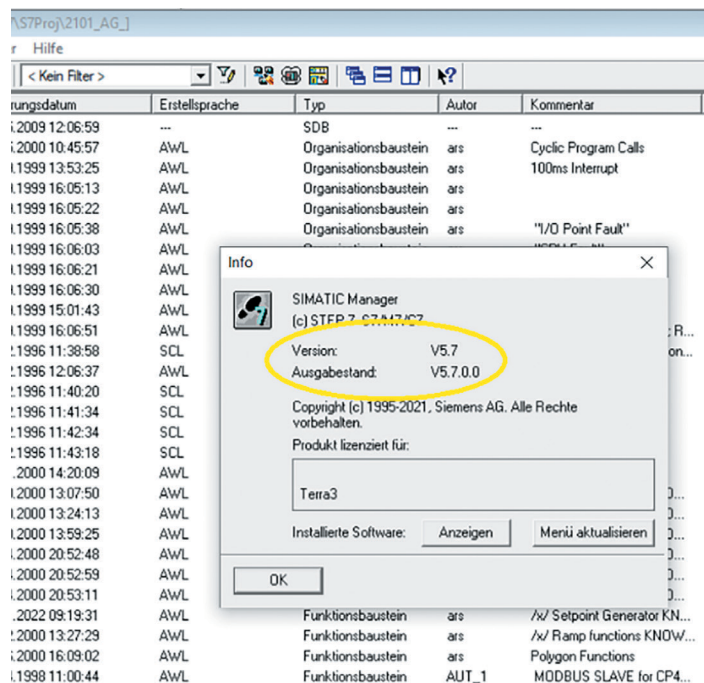


Bild 5.3 STEP7 Informationsfenster

In dem Fenster der installierten SIMATIC-Software befinden sich Informationen zu Produkten, Komponenten, Hardware-Updates und System-Dateien. Im Bild 5.4 sind alle Softwarepakete zu sehen, die aktuell auf dem PC installiert sind. Das sind zum Beispiel SIMATIC WinCC flexible, S7-PLCSIM (Simulation) sowie verschiedene Programmiersprachen wie S7-Graph oder S7-SCL. Zusätzlich können weitere Softwarepakete wie Safety oder SINAMICS (Frequenzumrichter) installiert werden.

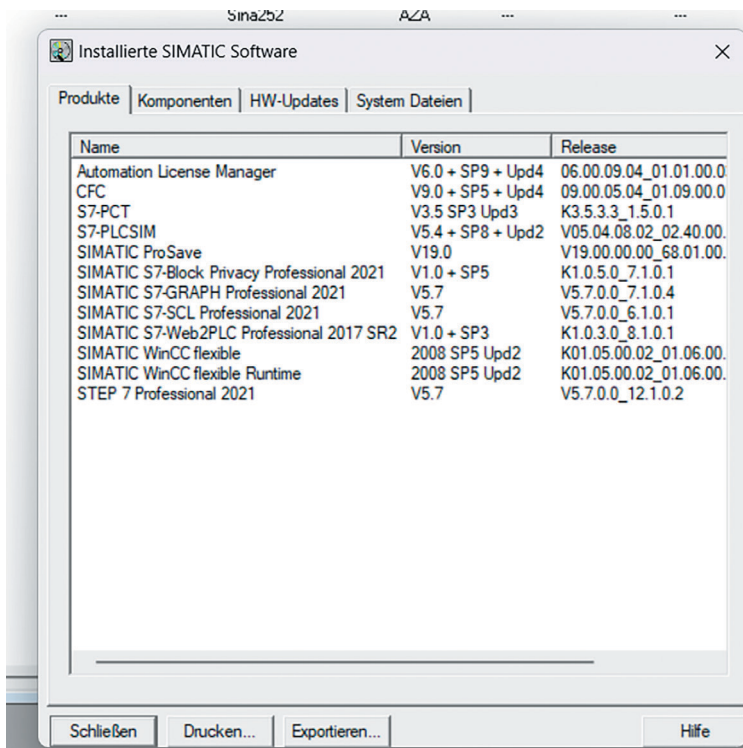


Bild 5.4 Installierte Software im Simatic Manager

5.2 Programmiersprachen

Die üblichen Programmiersprachen in STEP7 Classic sind AWL (Anweisungsliste), FUP (Funktionsplan) und KOP (Kontaktplan). Die Programmiersprachen SCL (Structured Control Language) und Graph7 (Schrittkettenprogrammierung) sind unüblich und werden nur selten eingesetzt. Für diese Sprachen bietet der Simatic Manager keine einfache Umschaltmöglichkeit zu FUP, KOP oder AWL.

In den nachfolgenden Abbildungen sind Programmierbeispiele in AWL (Bild 5.5), FUP (Bild 5.6) und KOP (Bild 5.7) dargestellt.

Die in der AWL-Programmierung eingesetzten Befehle NOP 0 und Klammersetzung Klammer-Auf und ZU dienen als Platzhalter, um die Netzwerke auch in FUP und KOP umschalten zu können. Die Klammersetzung in AWL folgt außerdem Regeln, die bestimmen, in welcher Reihenfolge das Programm abgearbeitet wird.

```

Netzwerk 16: HM MTS Ein nach Arbeitspause...
ON  "E4.6"          E4.6          -- TSM1 Betriebsart Automatik
O(
U   "E4.6"          E4.6          -- TSM1 Betriebsart Automatik
UN  M 29.3
L   S5T#1M30S
SE  "T8"           T8            -- Zeitverz.Arbeitszeit
U   M 300.0
R   "T8"           T8            -- Zeitverz.Arbeitszeit
NOP 0
NOP 0
U   "T8"           T8            -- Zeitverz.Arbeitszeit
)
=   "M10.3"        M10.3         -- HM MTS Ein nach Arbeitspause
    
```

Bild 5.5 Simatic Manager, AWL-Programm

In Bild 5.6 ist das AWL-Programmbeispiel umgeschaltet worden in die Ansicht zu FUP. Die Fehlersuche im Funktionsplan ist übersichtlicher als in AWL, da sich beim Online-Beobachten die grafische Darstellung farblich ändert (siehe Abschnitt 5.4 zum Online/Offline-Vergleich).

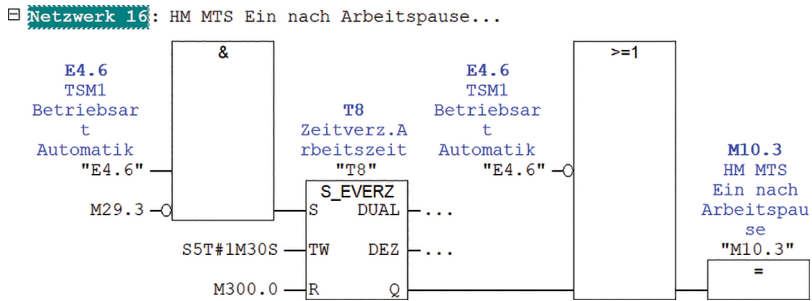


Bild 5.6 Simatic Manager, FUP-Programm

Die Programmiersprache KOP ähnelt sehr dem Schaltplan einer Anlage und wird von links nach rechts gelesen. Genau wie in FUP ändert sich auch hier beim Online-Beobachten die Farbe der Grafik.