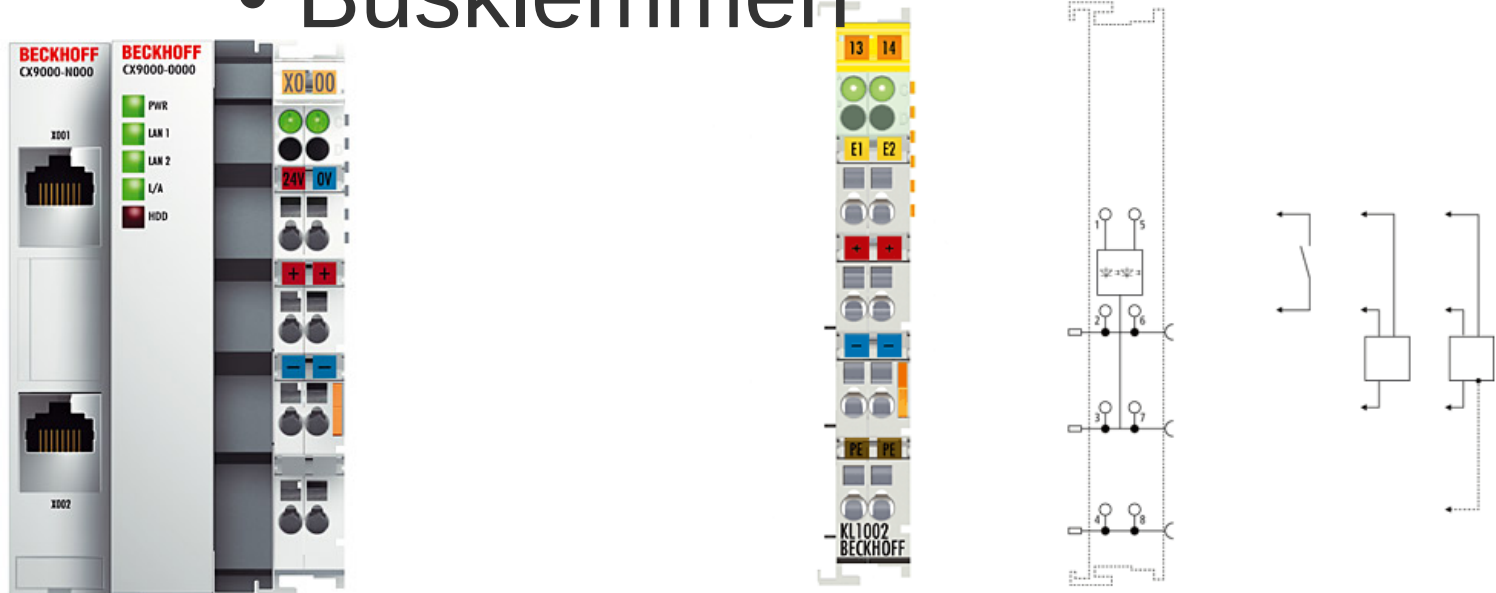


Kapitel 17 Beckhoff-SPS

Programmierung eines Beckhoff-SPS-Systems vom Typ CX9000 für Anwendungen in der Gebäudesystemtechnik

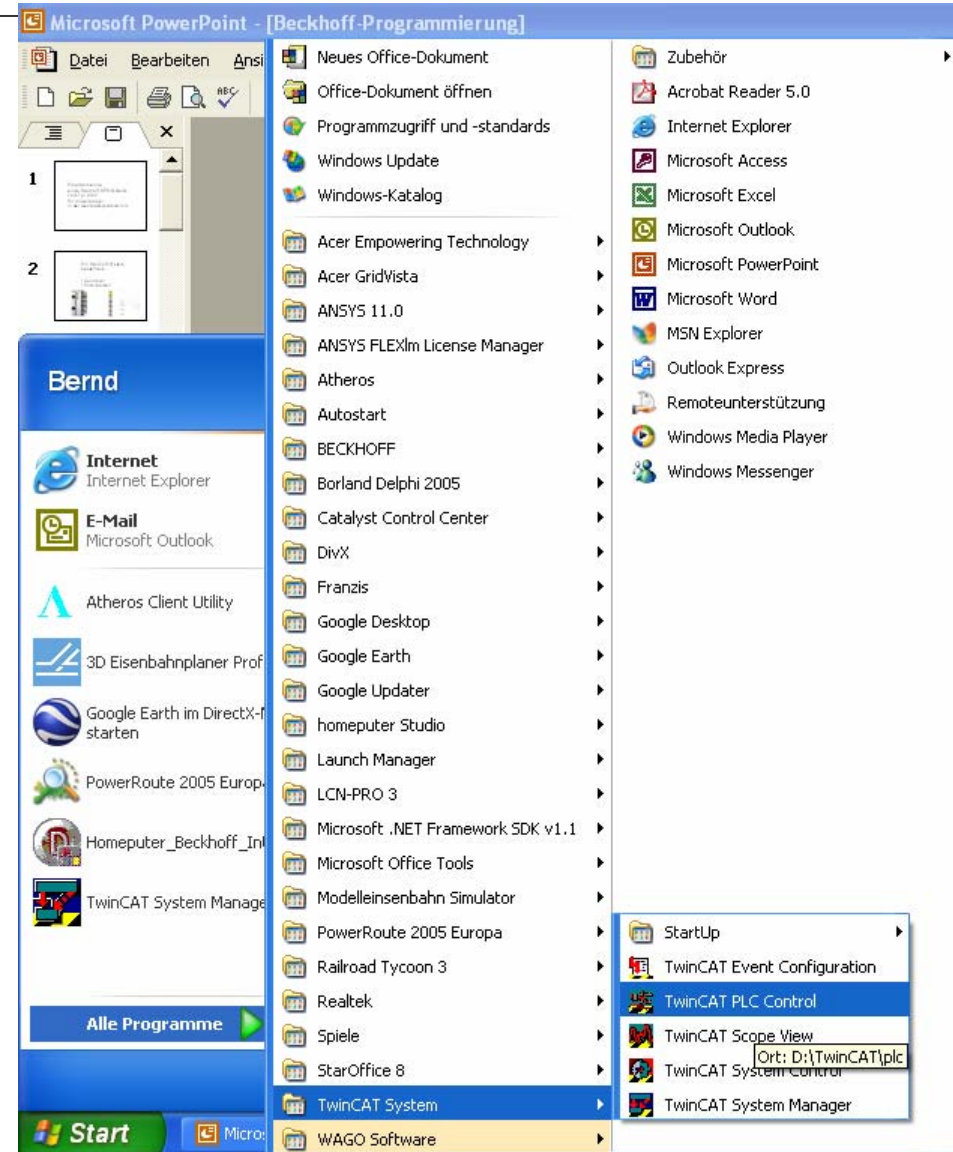
Ein Beckhoff-System besteht aus

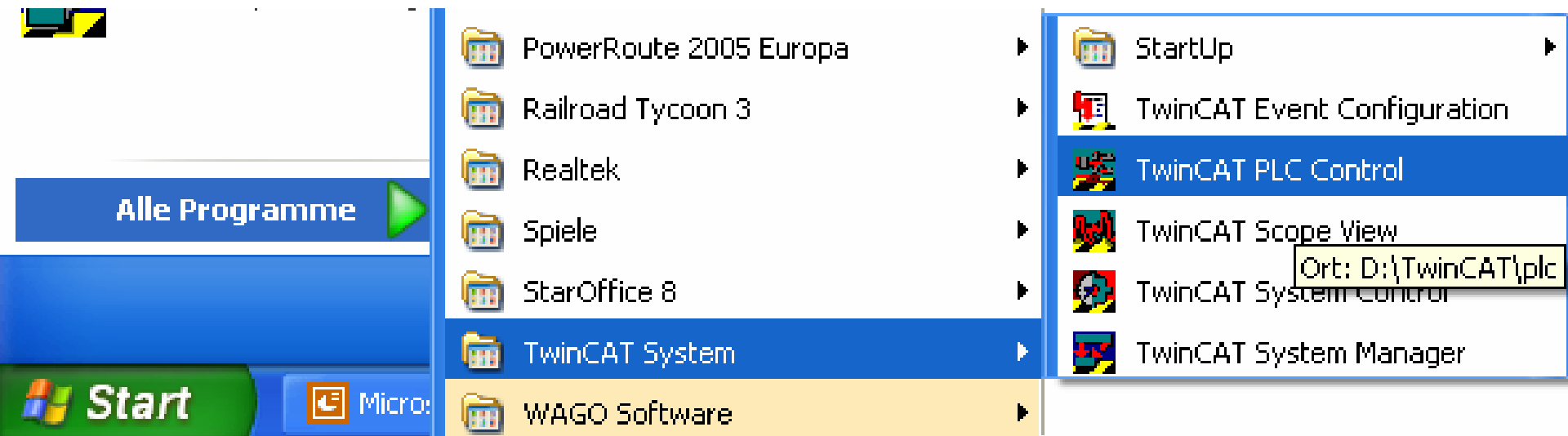
- Controller
- Busklemmen

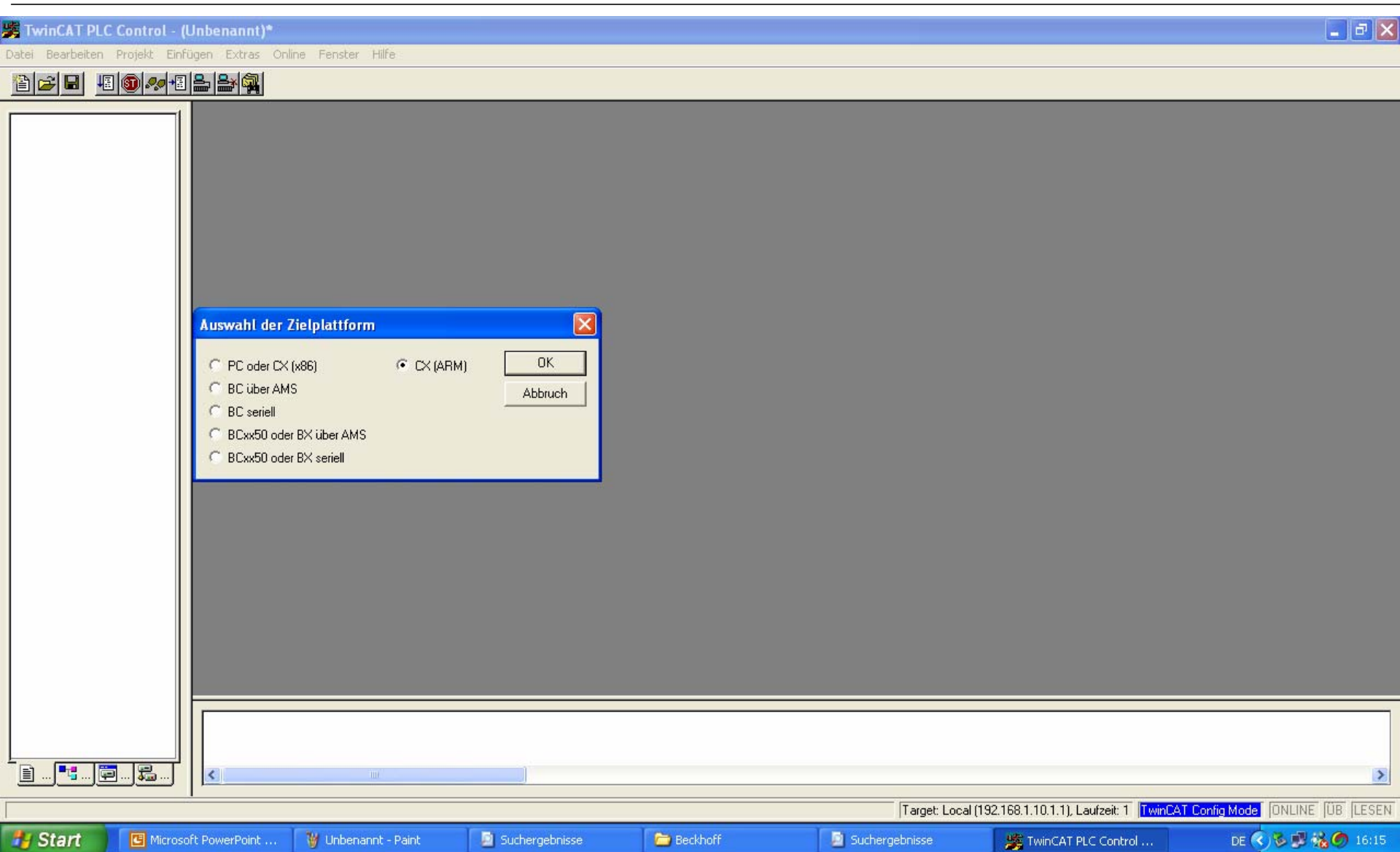


Die Programmierung erfolgt
mit dem Programmiersystem
TWINCAT
auf der Basis von IEC 61131-3.

Das Programmiersystem basiert
Auf der IEC 61131-3-Implementierung
von Codesys.







Nach Aufruf des Programmiersystems ist zunächst kein Projekt aktiv.

Die Programmieroberfläche bietet zur Programmierung vier Karteireiter mit den Namen

- Bausteine
- Datentypen
- Visualisierungen
- Ressourcen

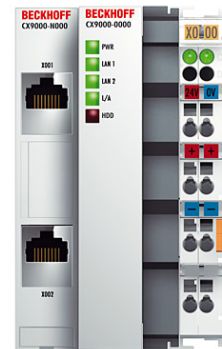
Zunächst ist mit

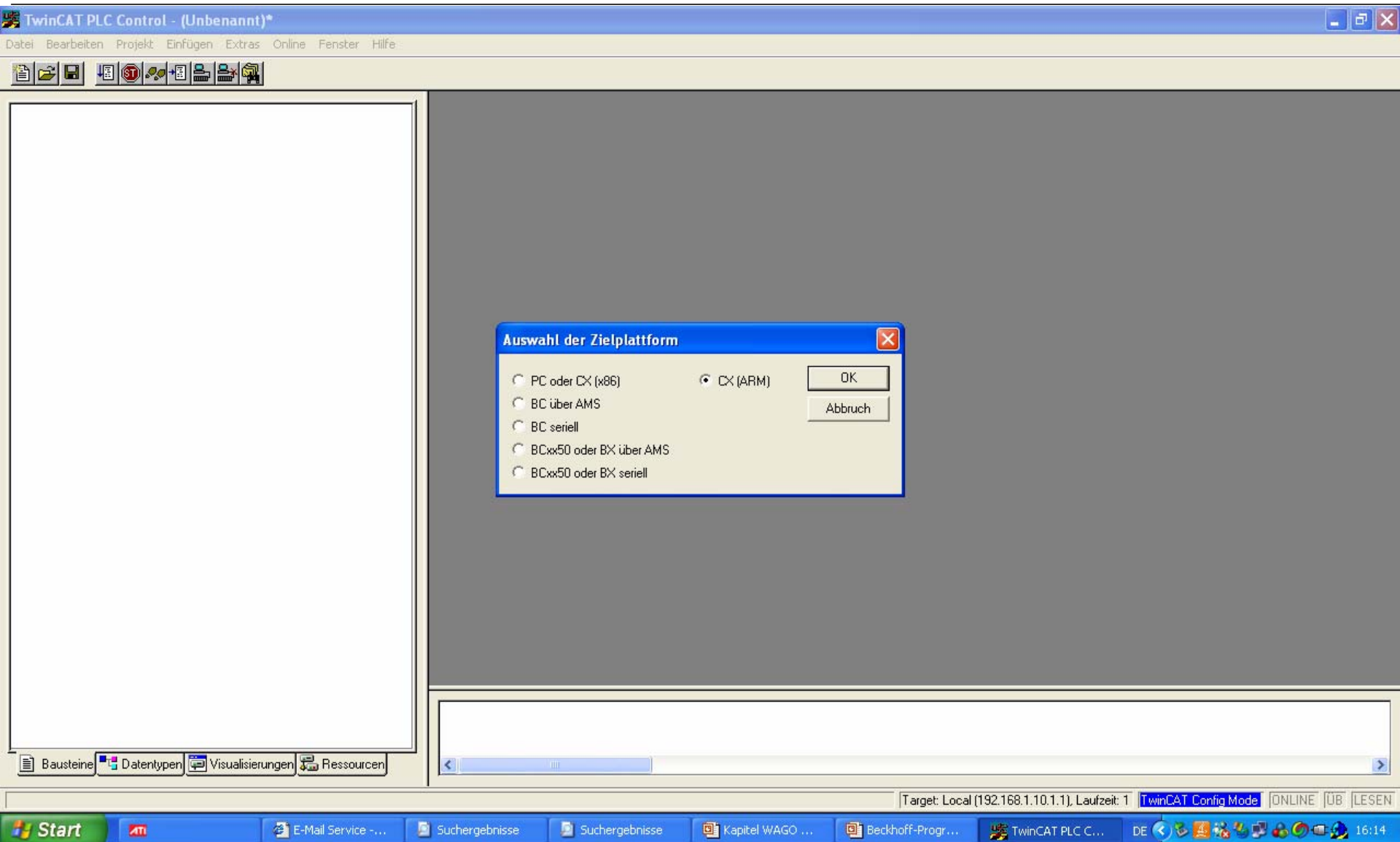
Datei
neu

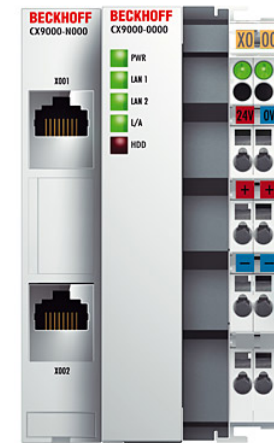
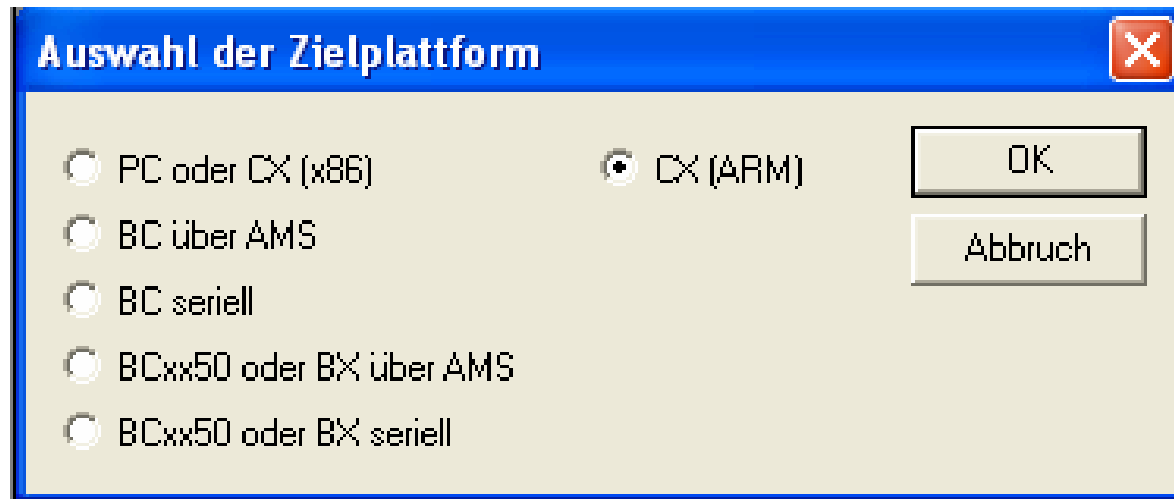
ein neues Projekt anzulegen.

Hierzu ist neben der Angabe des Projektnamens auch der Controllertyp auszuwählen.

Die in der FH Dortmund vorhandenen WAGO-Controller sind vom Typ CX9000.







Der ausgewählte Controller wird im Rahmen der Projektierung Zielsystem genannt.

Dieses Zielsystem ist gegebenenfalls zu parametrieren. Dies erfolgt beim Beckhoff-SPS-System im Teilprogramm Twincat-System-Manager.

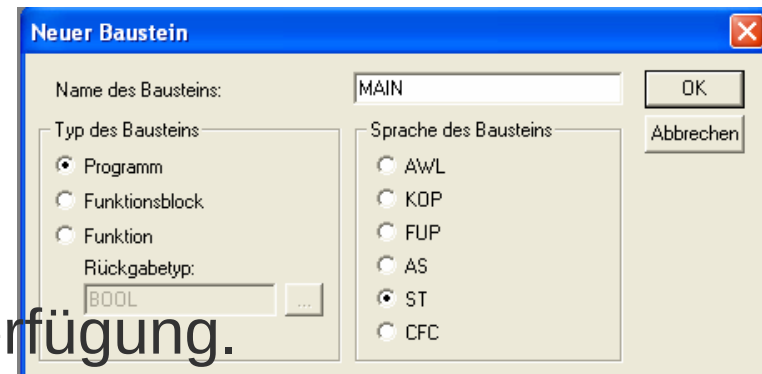
Im nächsten Schritt kann mit der Projektierung (Programmierung) begonnen werden.

Dies erfolgt unter dem Karteireiter **Bausteine**.

Zunächst ist das Hauptprogramm, das standardmäßig vom Programmiersystem MAIN benannt wird, anzulegen.

Hierzu stehen die Programmiersprachen

- AWL (Anweisungsliste)
 - KOP (Kontaktplan)
 - FUP (Funktionsplan)
 - AS (Ablaufsprache)
 - ST (structured text)
 - CFC (graphischer Funktionsplan)
- zur Verfügung.



Dies erfolgt als

- Programm / Unterprogramm
- Funktionsblock
- Funktion

Neuer Baustein

Name des Bausteins:

Typ des Bausteins:

- ☒ Programm
- ☐ Funktionsblock
- ☐ Funktion

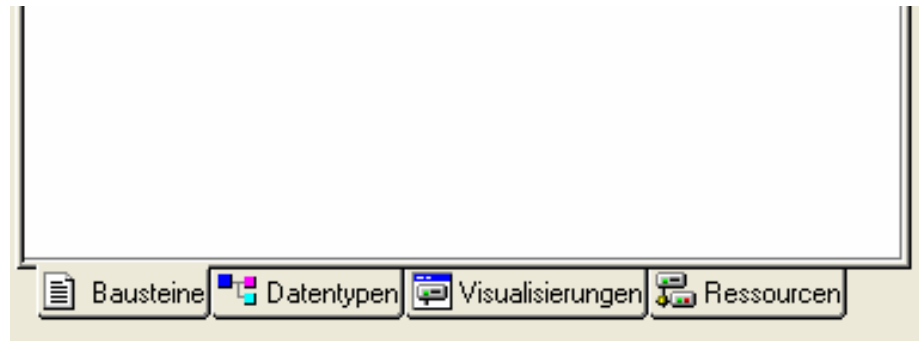
Rückgabetypp:

Sprache des Bausteins:

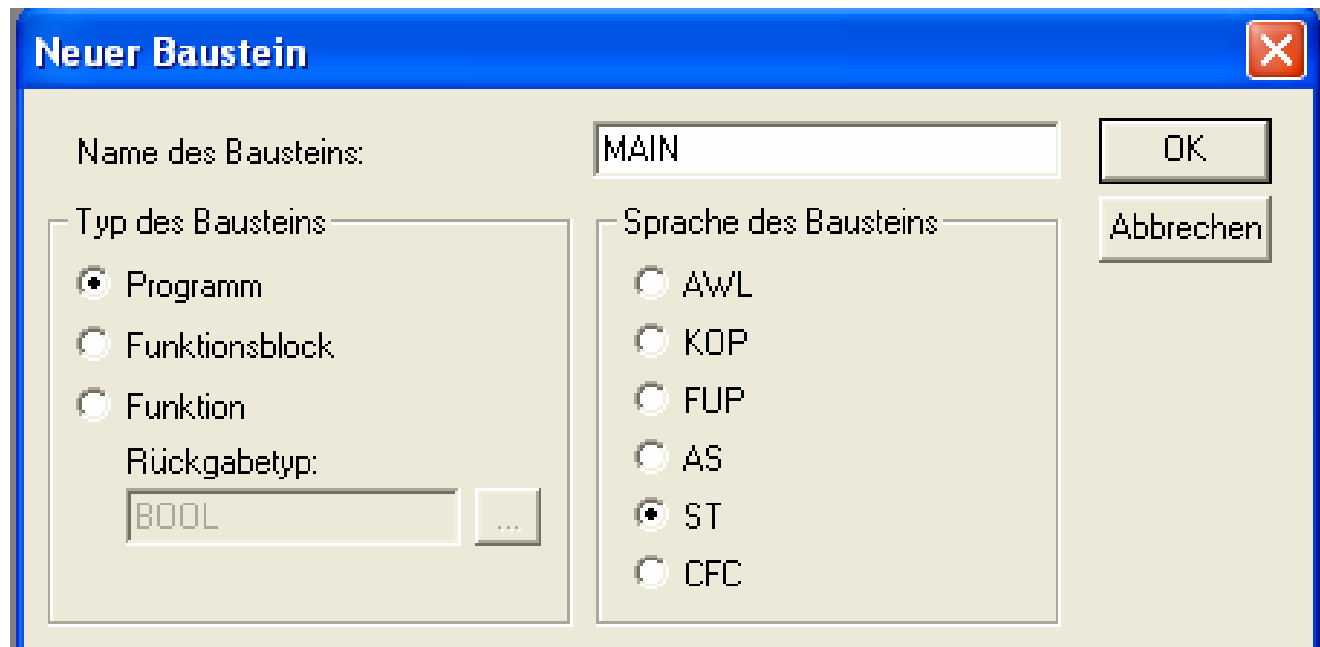
- ☐ AWL
- ☐ KOP
- ☐ FUP
- ☐ AS
- ☒ ST
- ☐ CFC

OK

Abbrechen



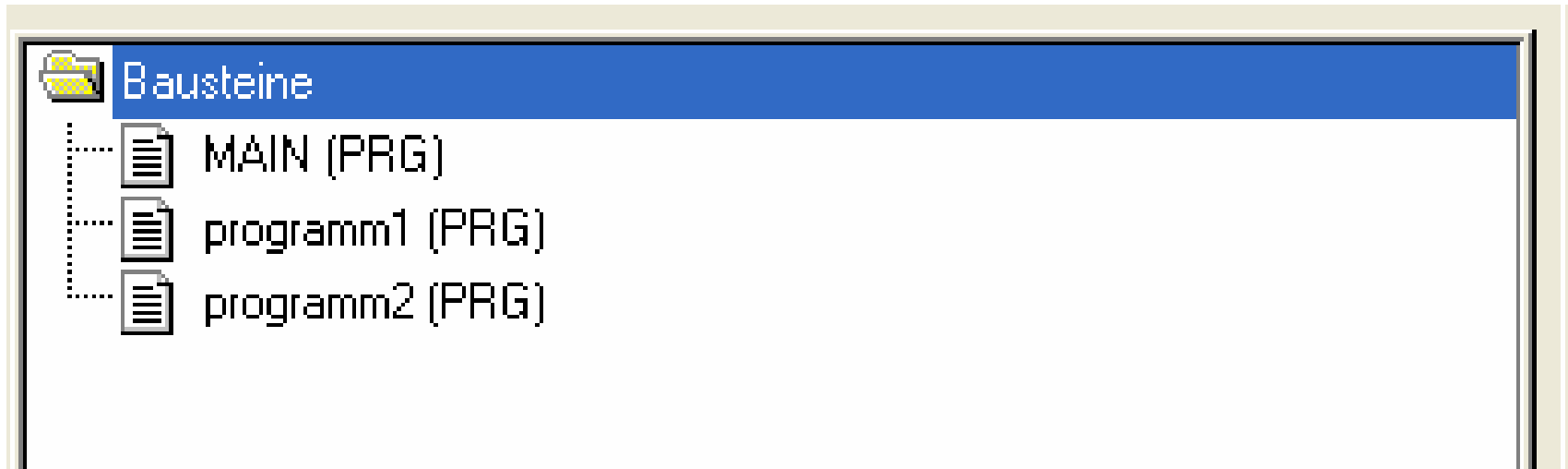
Hierzu ist ein neuer Baustein anzulegen.

A screenshot of a dialog box titled 'Neuer Baustein' (New Component). The dialog has a blue title bar with a red 'X' button. It contains the following fields and options:

- Name des Bausteins:** A text field containing 'MAIN'.
- Typ des Bausteins:** A group box containing three radio buttons: 'Programm' (selected), 'Funktionsblock', and 'Funktion'.
- Rückgabetyt:** A text field containing 'BOOL' and a small button with three dots.
- Sprache des Bausteins:** A group box containing six radio buttons: 'AWL', 'KOP', 'FUP', 'AS', 'ST' (selected), and 'CFC'.
- Buttons:** 'OK' and 'Abbrechen' buttons are located on the right side of the dialog.

Im folgenden wird ein sehr einfaches Programm als **Programm** mit **ST** (structured text) erstellt.

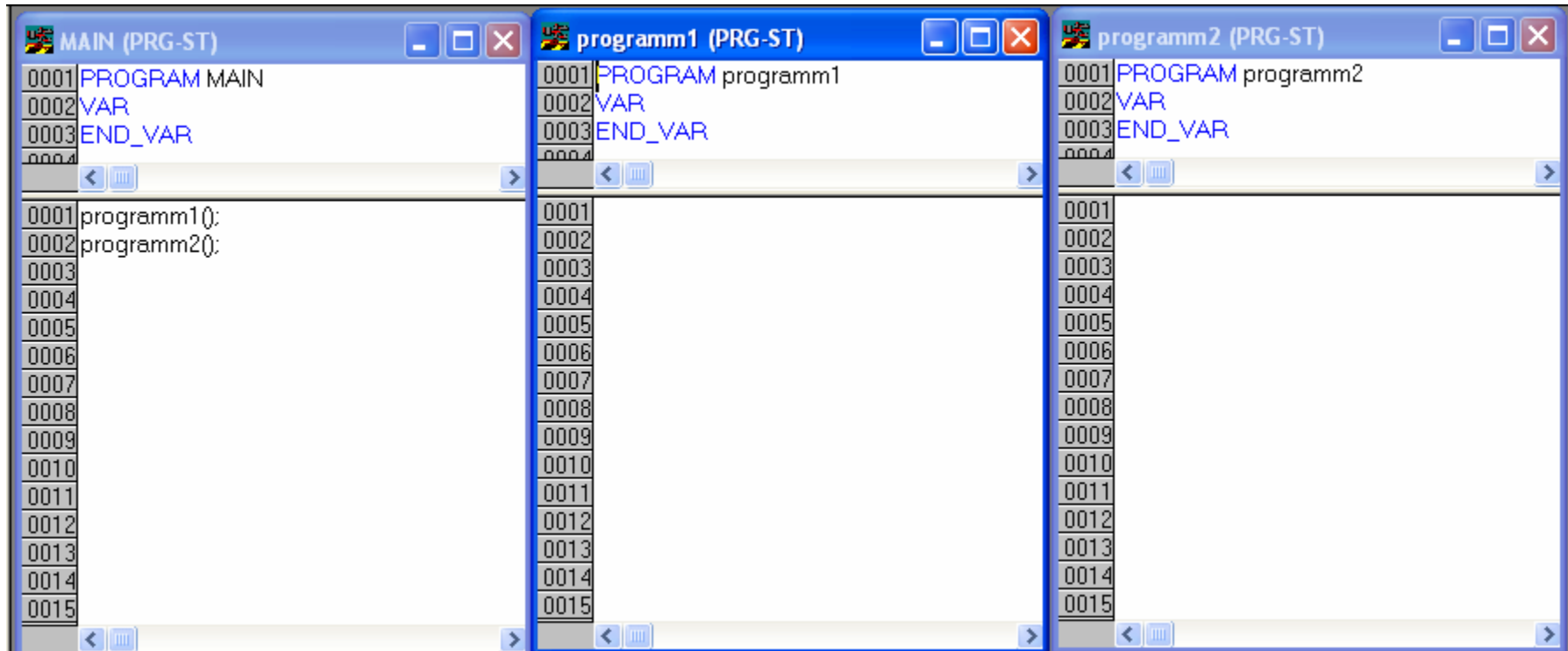
Das Programm MAIN ruft die Unterprogramme Programm1 und Programm2 vom Typ **Programm** in der Programmiersprache **ST** auf.



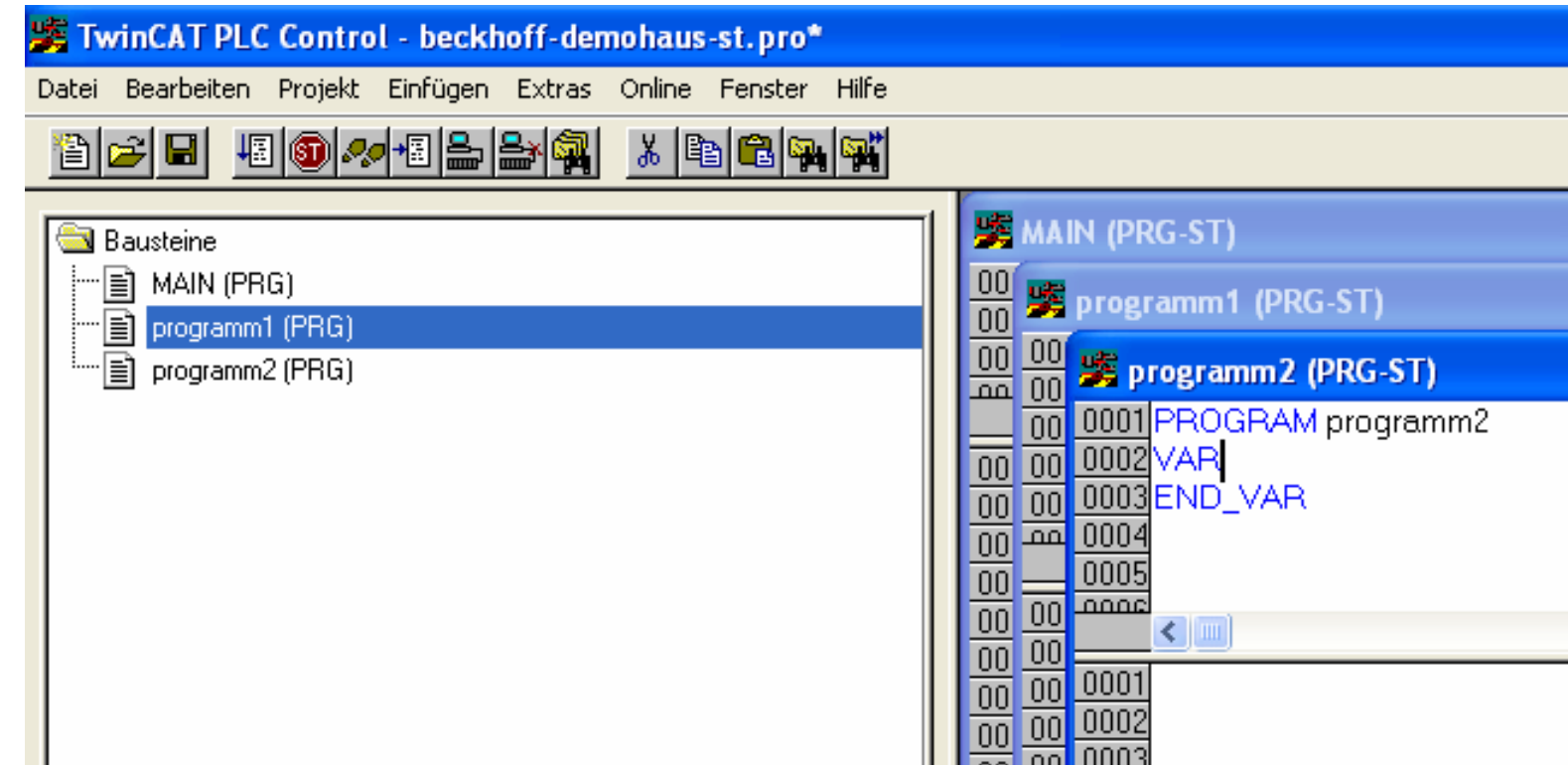
Im Hauptprogramm MAIN wird ein Unterprogramm ohne Variablen-übergabe mit Unterprogrammname() aufgerufen. Jede Zeile wird mit einem Semikolon (;) abgeschlossen.

Standardmäßig werden die aufgerufenen Unterprogramme namentlich als Variablen deklariert. Die Richtigkeit der Angaben wird vom Programmmeditor vorgeschlagen, nicht aber kontrolliert,

Die Unterprogramme programm1 und programm2 sind vom Typ Programm in der Sprache ST.

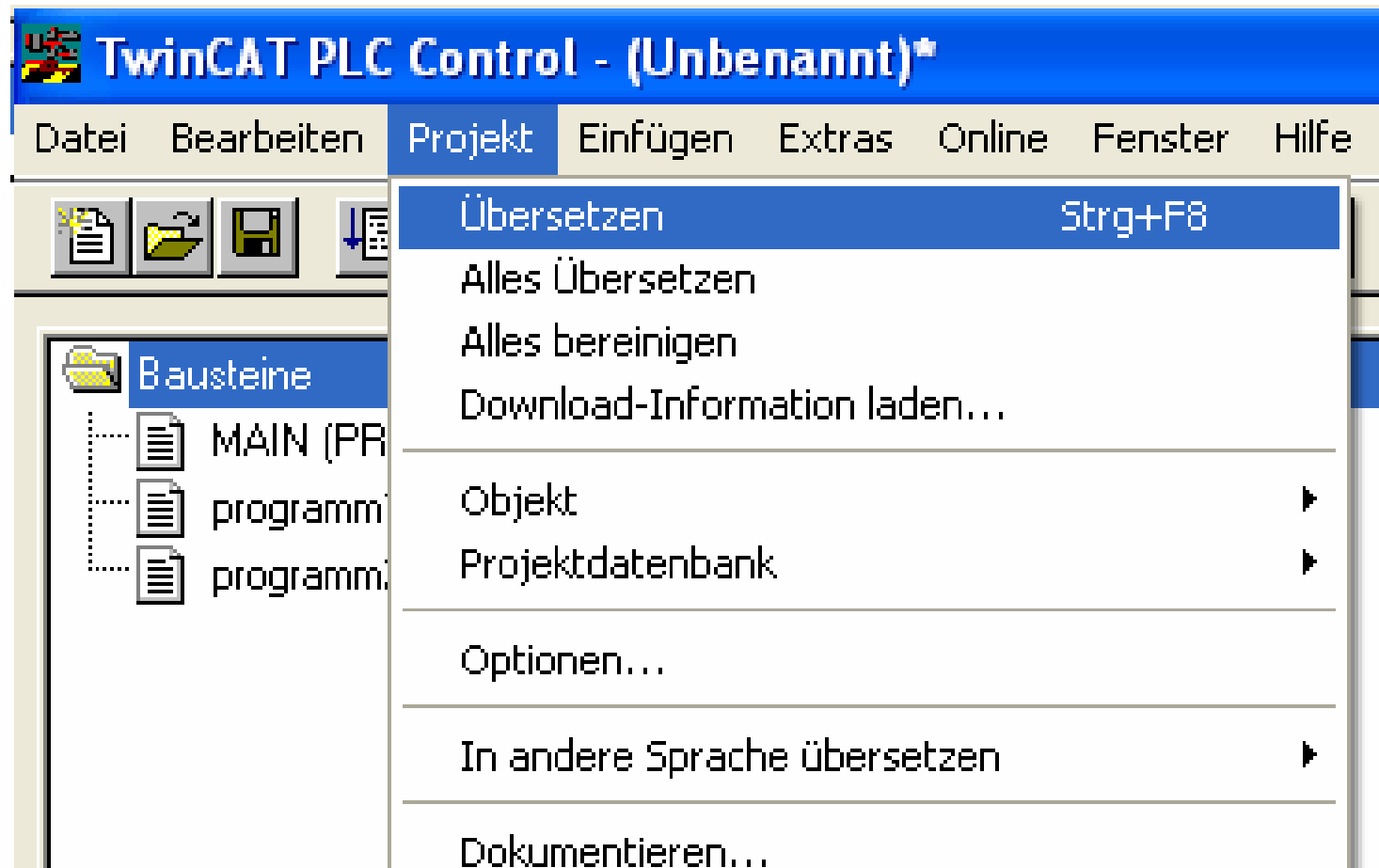


```
0001 PROGRAM MAIN
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
0001 programm1();
0002 programm2();
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
0011
0012
0013
0014
0015
```



Zunächst werden weder Variablendeklarationen, noch Programmzeilen erstellt.

Im nächsten Schritt kann der erstellte Programmcode compiliert werden, um diesen anschließend auf einen parametrierten SPS-Controller zu übertragen.

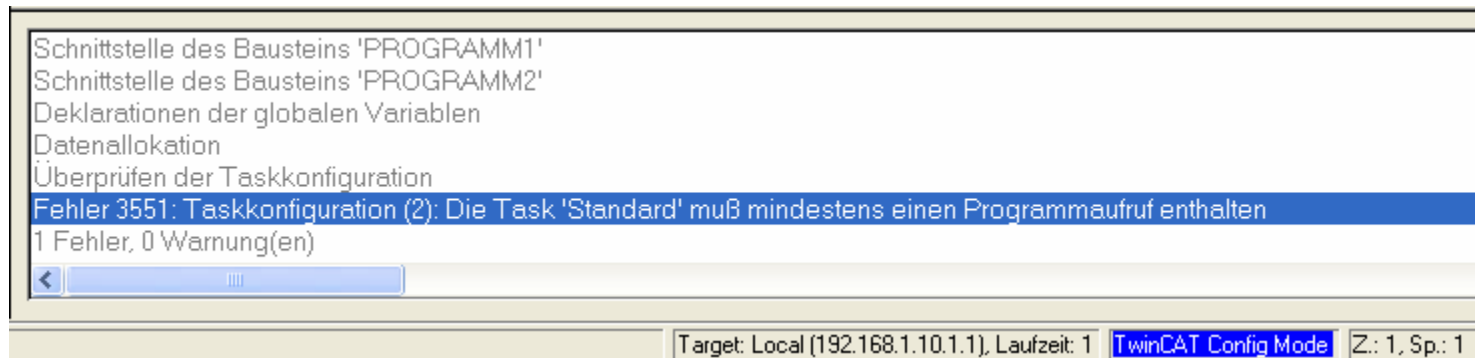


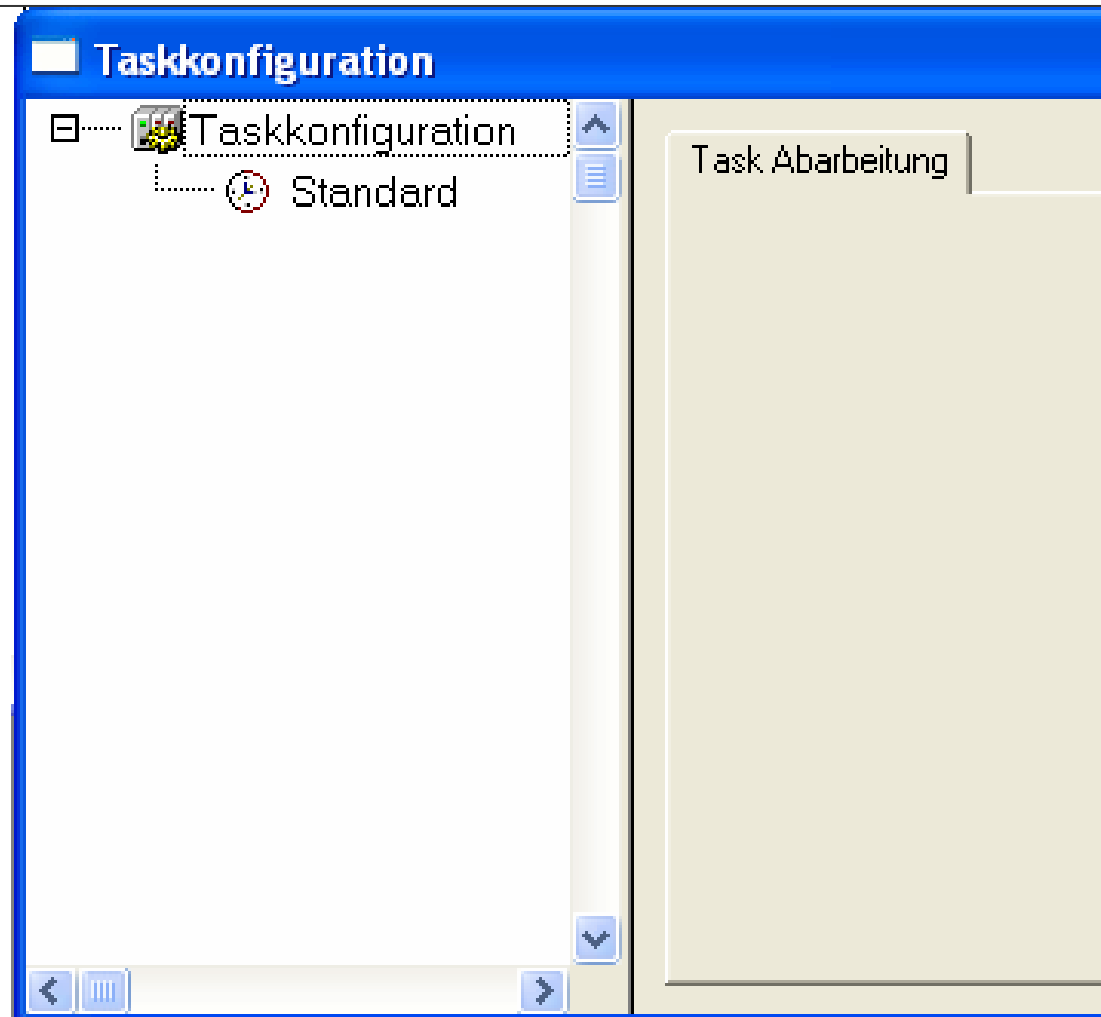
Die Compilierung erfolgt über **Projekt** und dann **Übersetzen**.

Der erstellte Programmcode mit den wenigen erstellten Zeilen weist einen Programmfehler auf.

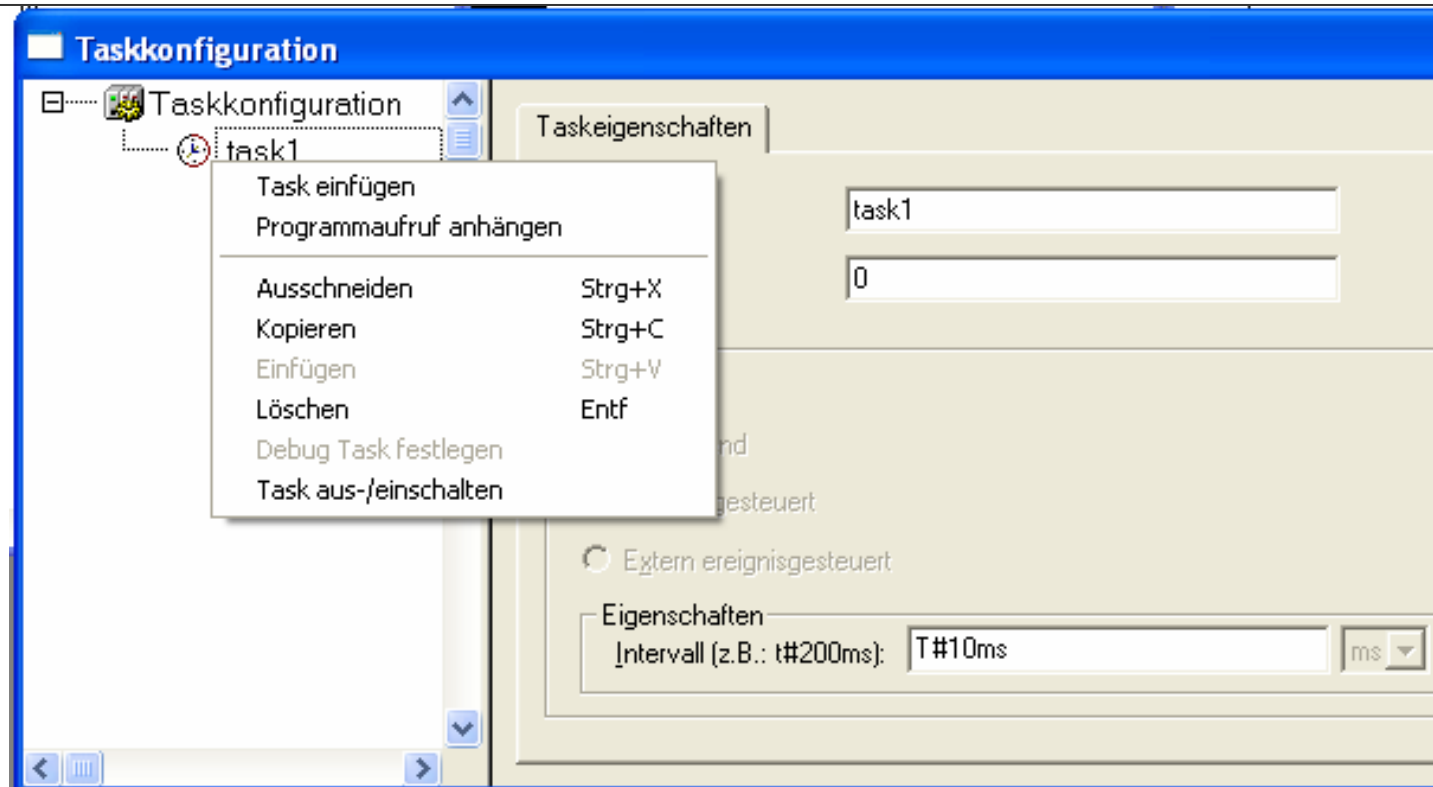
Die Programmfehler werden in roter Farbe ausgewiesen.

Durch Anklicken der Fehlerzeile gelangt man direkt an den Fehlerort.



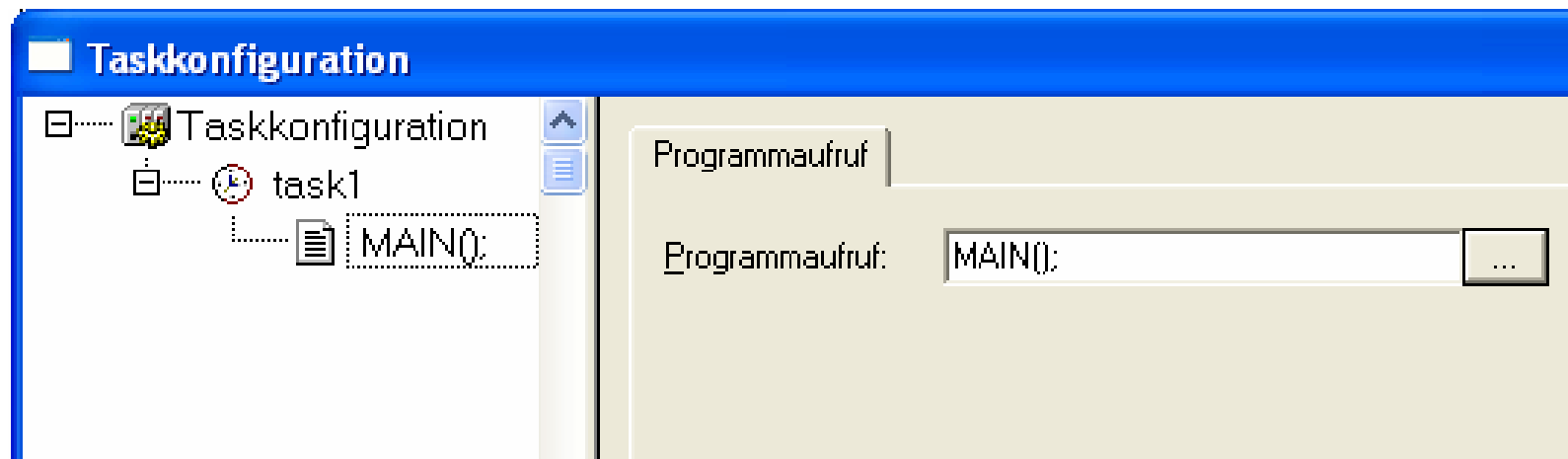
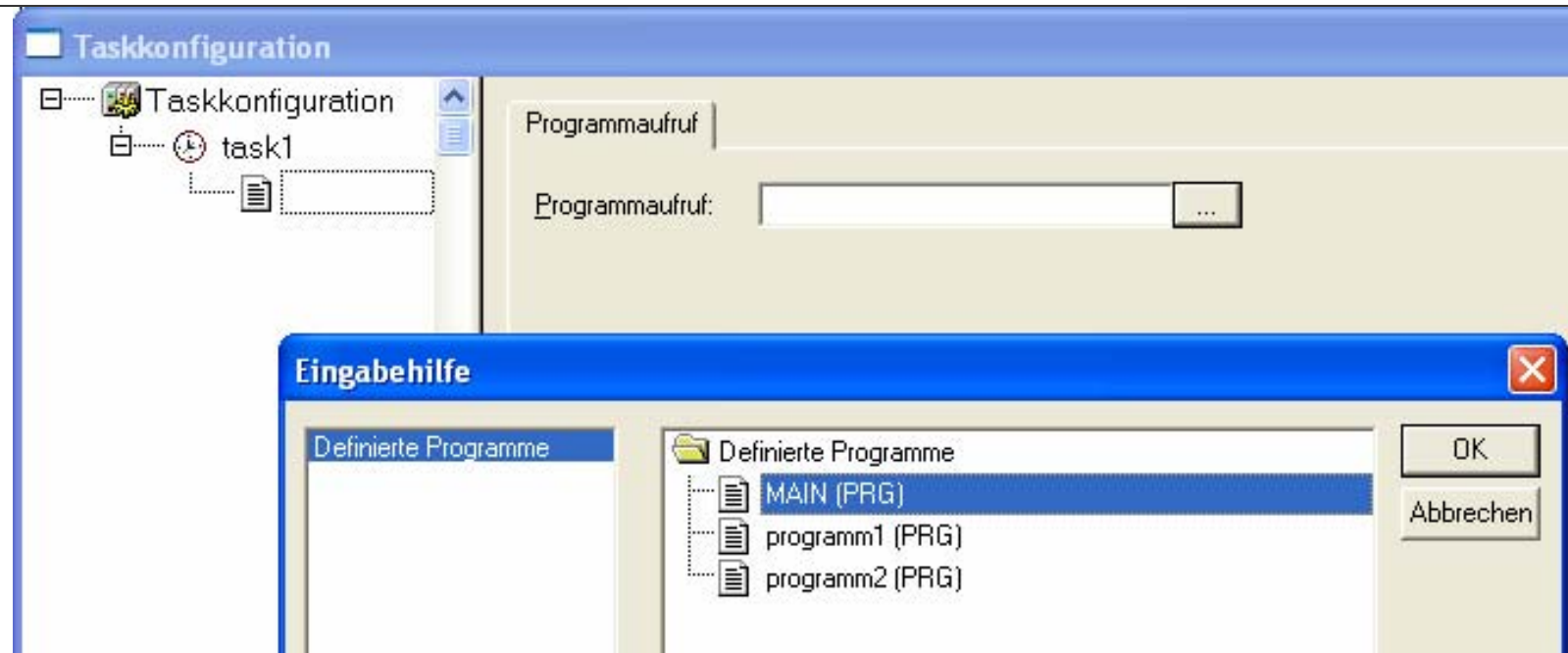


Der Fehlerhinweis „Taskconfiguration“ weist darauf hin, daß das Programm noch keiner Task einer SPS zugeordnet wurde.

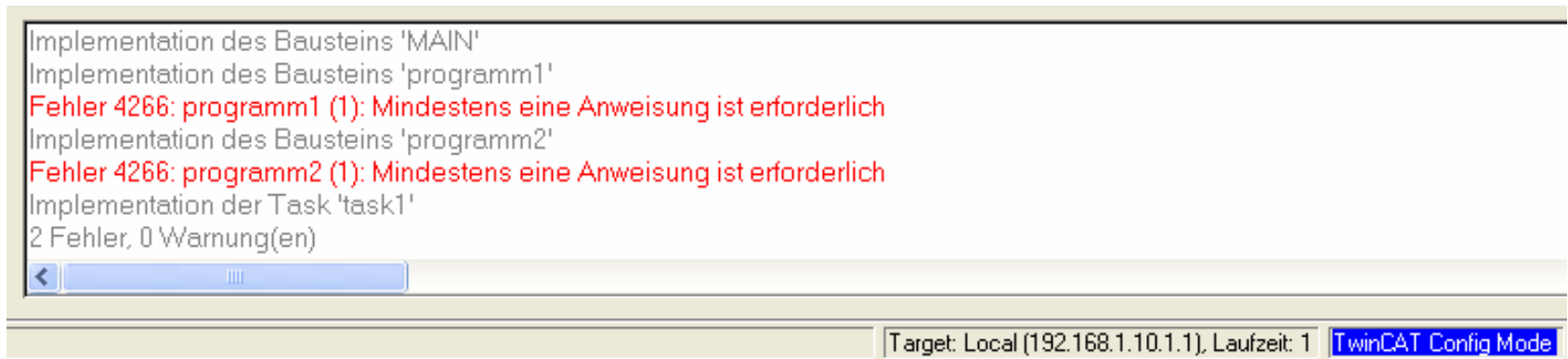


Der **task1** benannten Task der CPU muß ein Programm zugeordnet(angehängt) werden.

Das anzuhängende Programm ist **MAIN**.



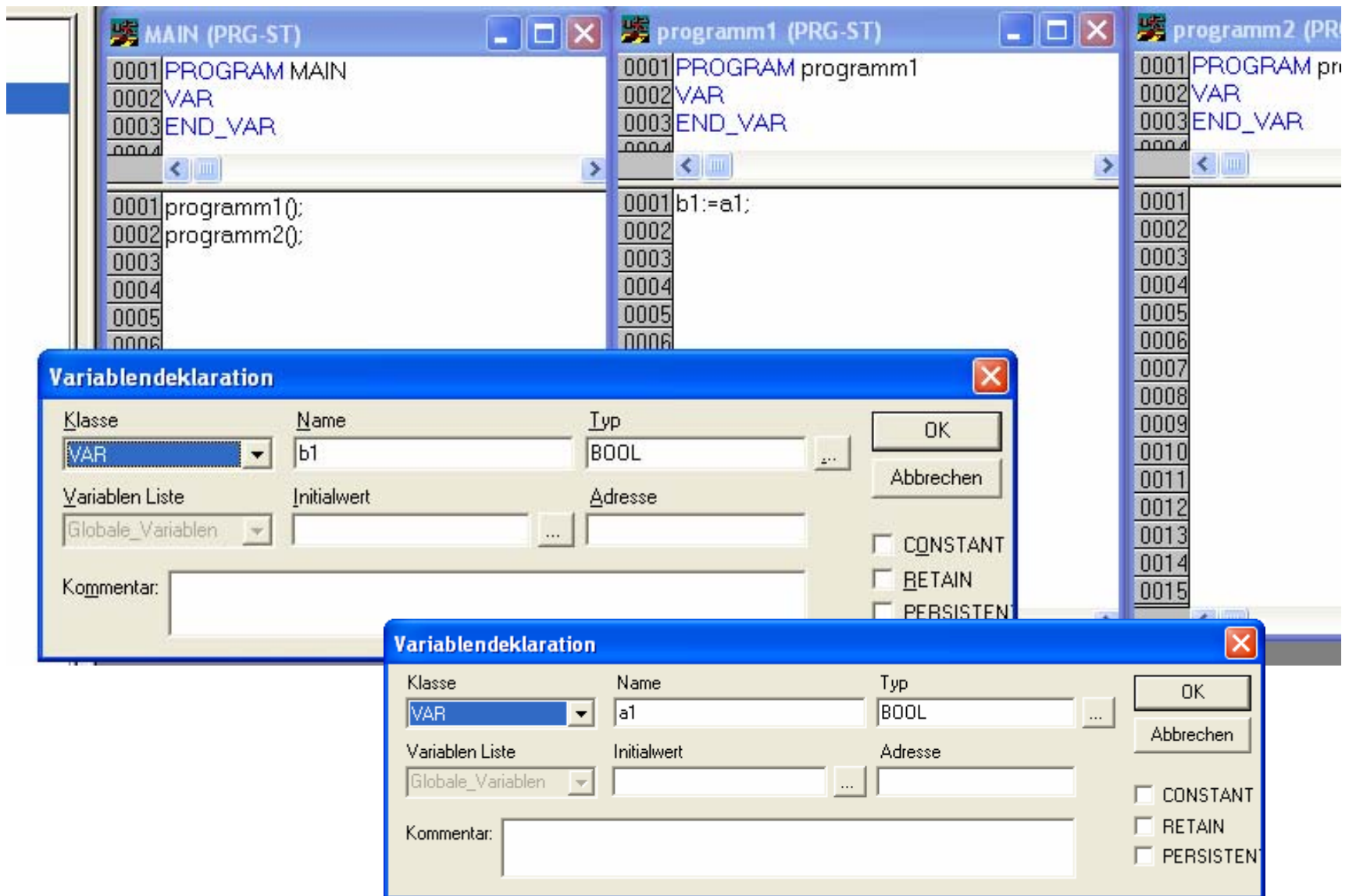
Nach dieser Korrektur hat sich die Fehleranzahl auf 2 weitere erhöht.



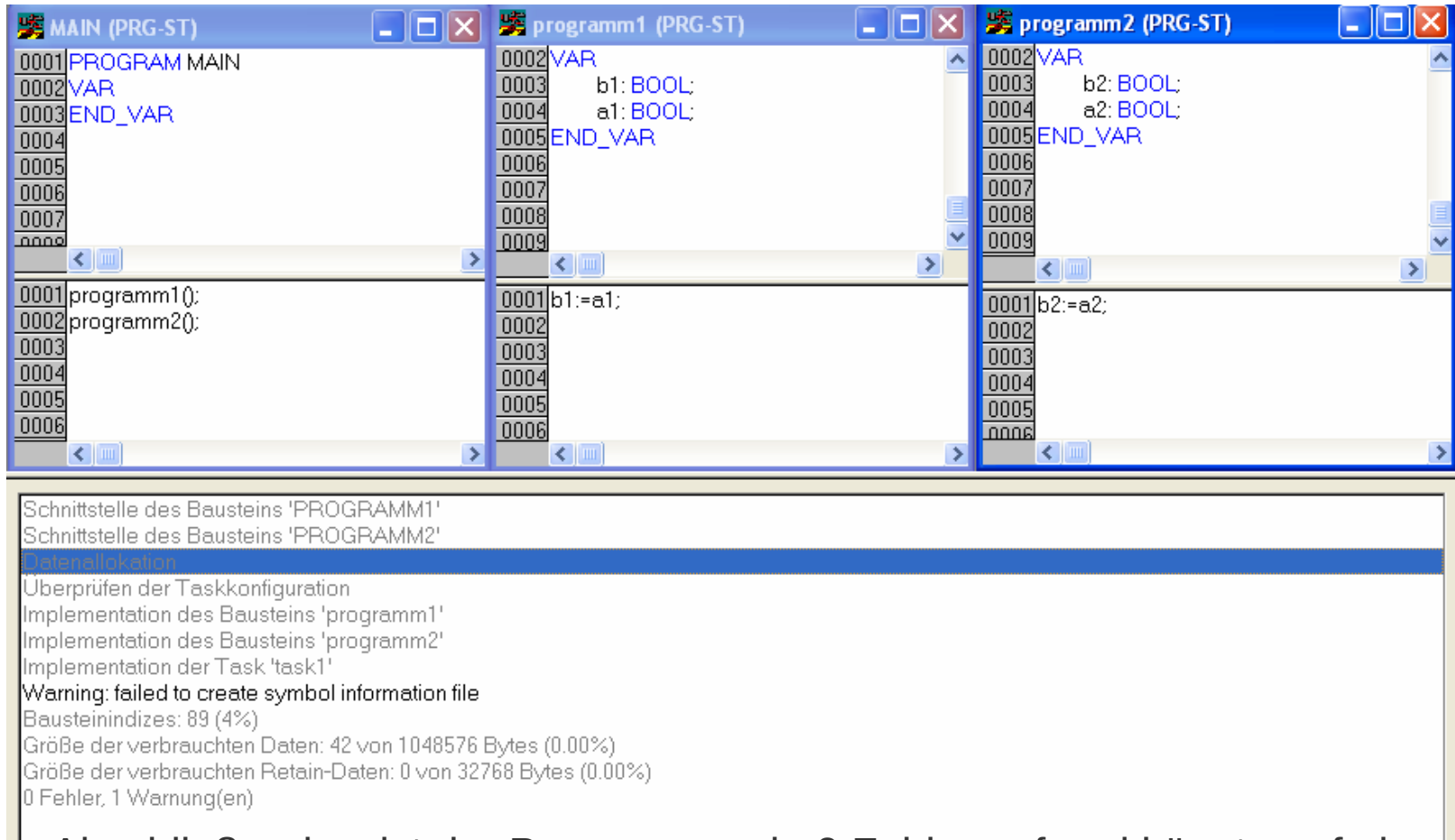
```
Implementation des Bausteins 'MAIN'  
Implementation des Bausteins 'programm1'  
Fehler 4266: programm1 (1): Mindestens eine Anweisung ist erforderlich  
Implementation des Bausteins 'programm2'  
Fehler 4266: programm2 (1): Mindestens eine Anweisung ist erforderlich  
Implementation der Task 'task1'  
2 Fehler, 0 Warnung(en)
```

Target: Local (192.168.1.10.1.1), Laufzeit: 1 **TwinCAT Config Mode**

In beiden Programmen (Unterprogrammen) **programm1** und **programm2** waren bisher bis auf die Deklarationen keine Zeilen enthalten und müssen um zumindest eine Programmzeile ergänzt werden. Soweit neue Variablen hinzugefügt werden, müssen diese deklariert werden.



Nach der Korrektur hat sich die Fehleranzahl auf 0 reduziert, die Warnung bezieht sich auf die Datenanlage.



The screenshot displays the Beckhoff TwinCAT development environment. At the top, three program windows are open:

- MAIN (PRG-ST)**: Contains a simple program structure with lines 0001 to 0006, including a `PROGRAM MAIN` declaration, a `VAR` declaration, and an `END_VAR` statement.
- programm1 (PRG-ST)**: Contains a `VAR` declaration for `b1: BOOL;` and `a1: BOOL;`, followed by an `END_VAR` statement. Below this, line 0001 shows the assignment `b1:=a1;`.
- programm2 (PRG-ST)**: Contains a `VAR` declaration for `b2: BOOL;` and `a2: BOOL;`, followed by an `END_VAR` statement. Below this, line 0001 shows the assignment `b2:=a2;`.

At the bottom, a console window displays the following information:

```

Schnittstelle des Bausteins 'PROGRAMM1'
Schnittstelle des Bausteins 'PROGRAMM2'
Datenallokation
Überprüfen der Taskkonfiguration
Implementation des Bausteins 'programm1'
Implementation des Bausteins 'programm2'
Implementation der Task 'task1'
Warning: failed to create symbol information file
Bausteinindizes: 89 (4%)
Größe der verbrauchten Daten: 42 von 1048576 Bytes (0.00%)
Größe der verbrauchten Retain-Daten: 0 von 32768 Bytes (0.00%)
0 Fehler, 1 Warnung(en)
    
```

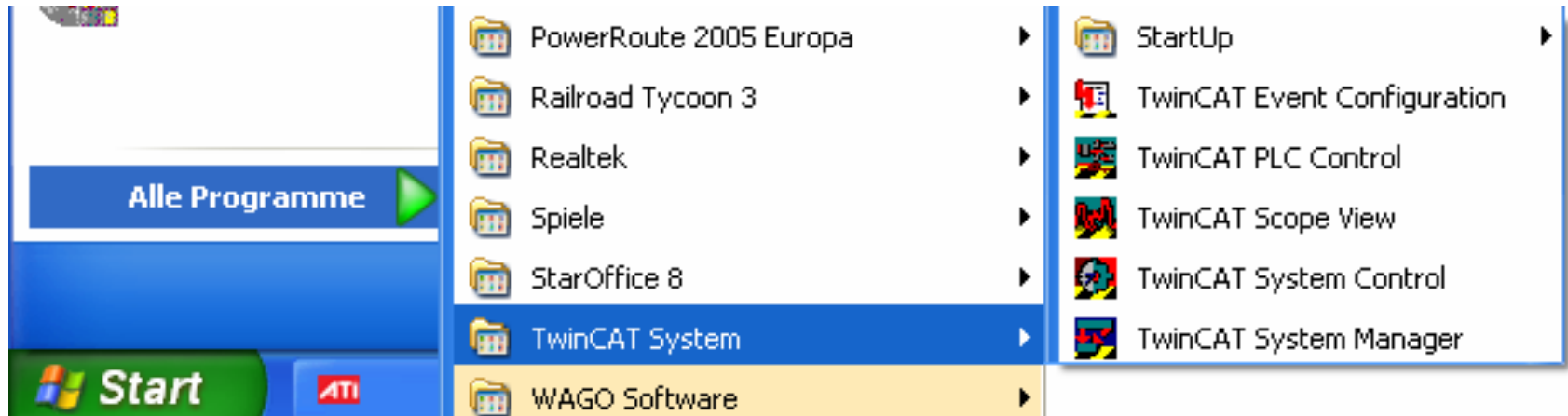
Abschließend weist der Programmcode 0 Fehler auf und könnte auf einen Beckhoff-Controller übertragen werden.

Die weiteren Arbeiten erfolgen mit dem Twincat-Programm-Modul System-Manager.

Somit kann der Programmcode zunächst auf der Basis einer Funktionsbeschreibung mit vereinbarten Variablenbezeichnungen erstellt werden und erst im Anschluß im Zuge eines Inbetriebnahmeprozesses auf einen Controller übertragen werden.

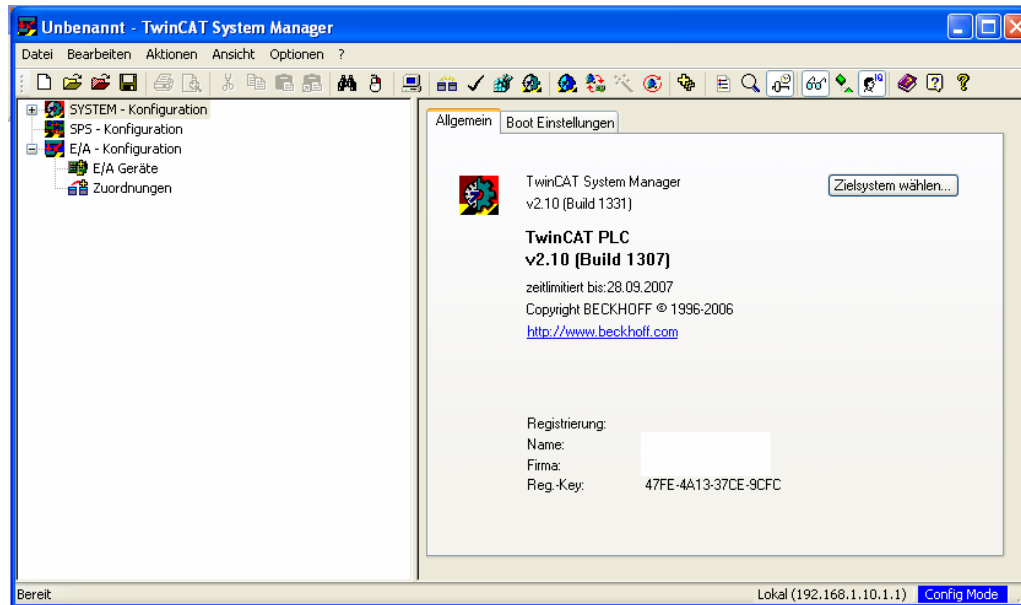
Im vorliegenden Falle soll das erzeugte Programm auf einen Controller übertragen werden.

Hierzu wird das Programm System-Manager aufgerufen.



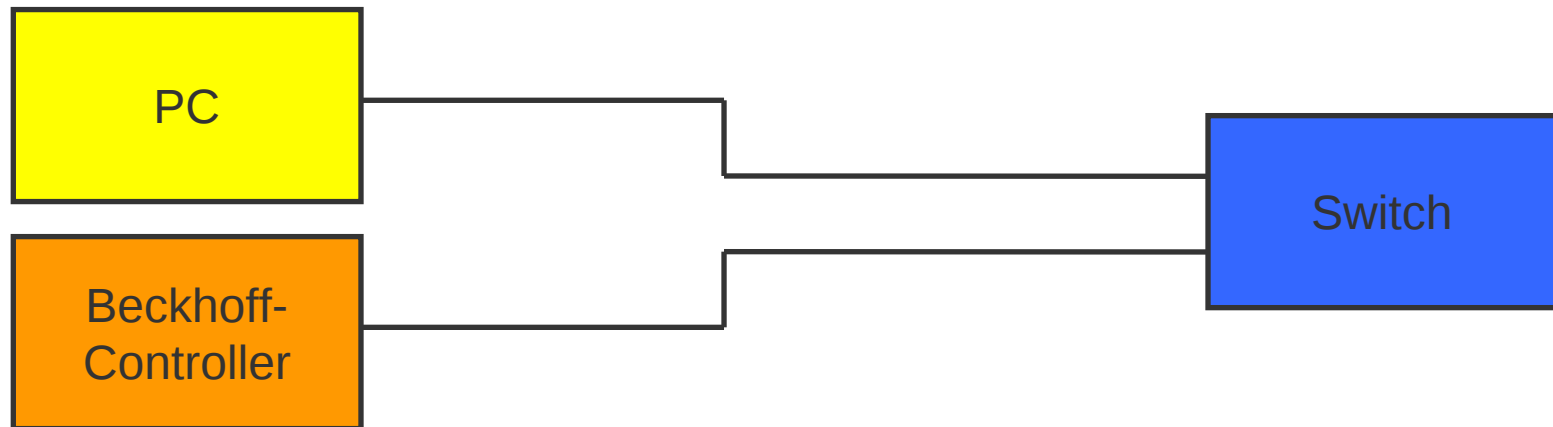
Im Rahmen der Konfiguration des Controllers ist zunächst über **Steuerungskonfiguration** der Controller zu konfigurieren.

Hierzu sind zunächst die Baugruppen (Klemmen) des Controllers zu konfigurieren.



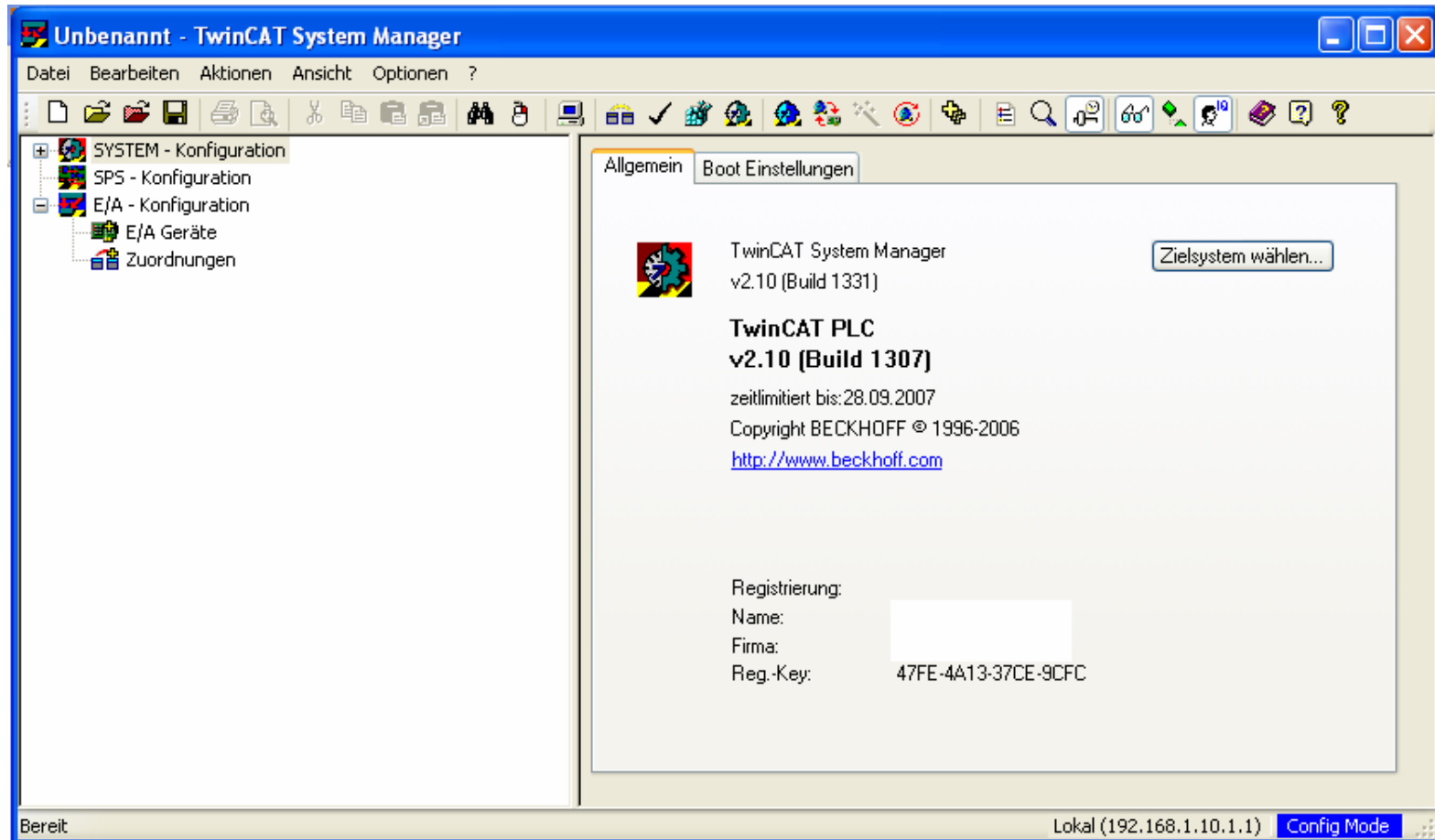
Dies erfolgt beim Anklicken des K-Bus (Klemmen) über **Unterelement anhängen**.

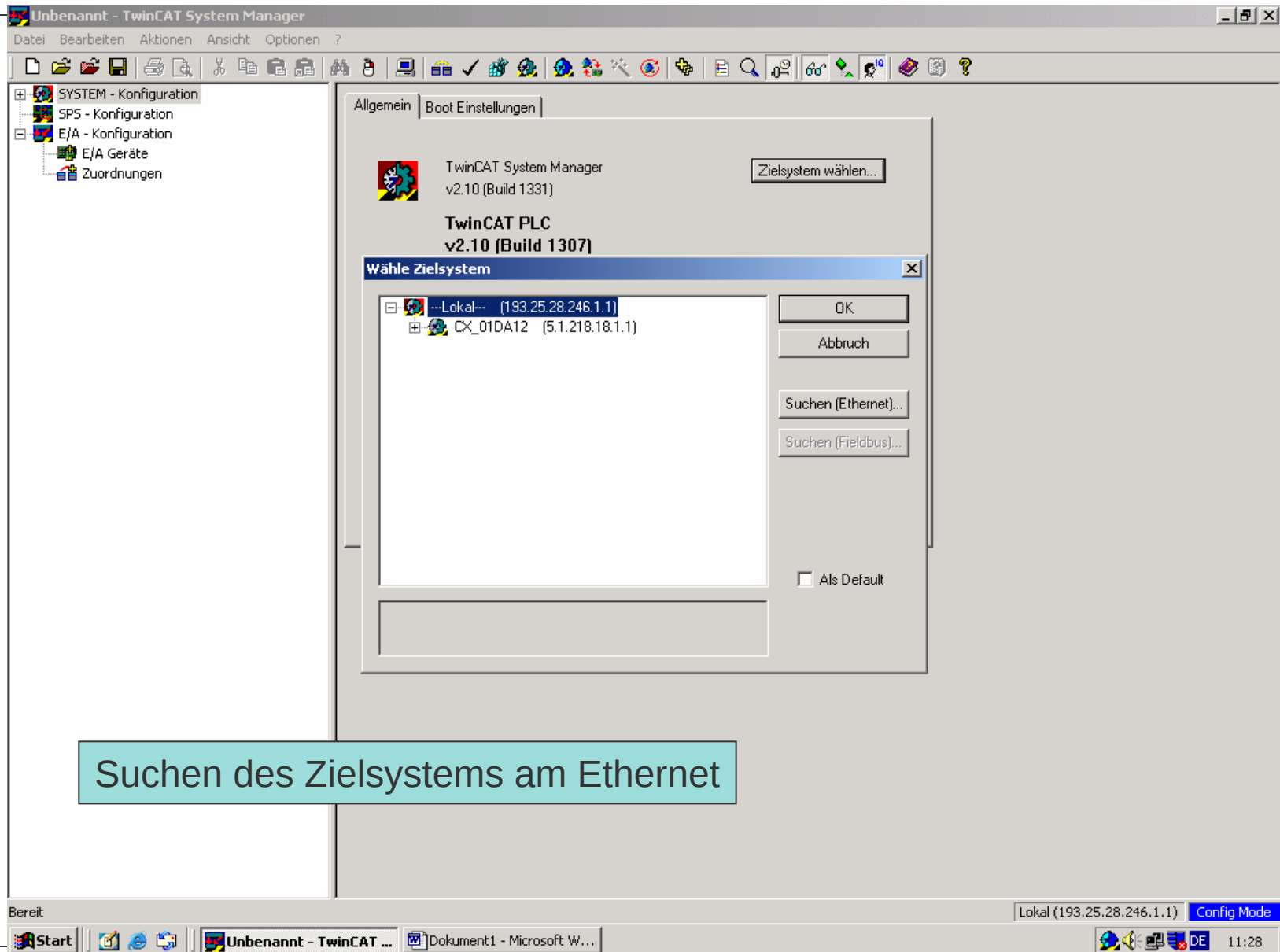
Die Verbindung zwischen PC und Controller kann entweder über Netzkabel oder über eine Netzkabelverbindung über einen Switch oder ähnlich erfolgen. Sollte der Controller noch keine IP-Nummer haben, ist das Gerät über einen Switch mit DHCP-Controller zu konfigurieren.



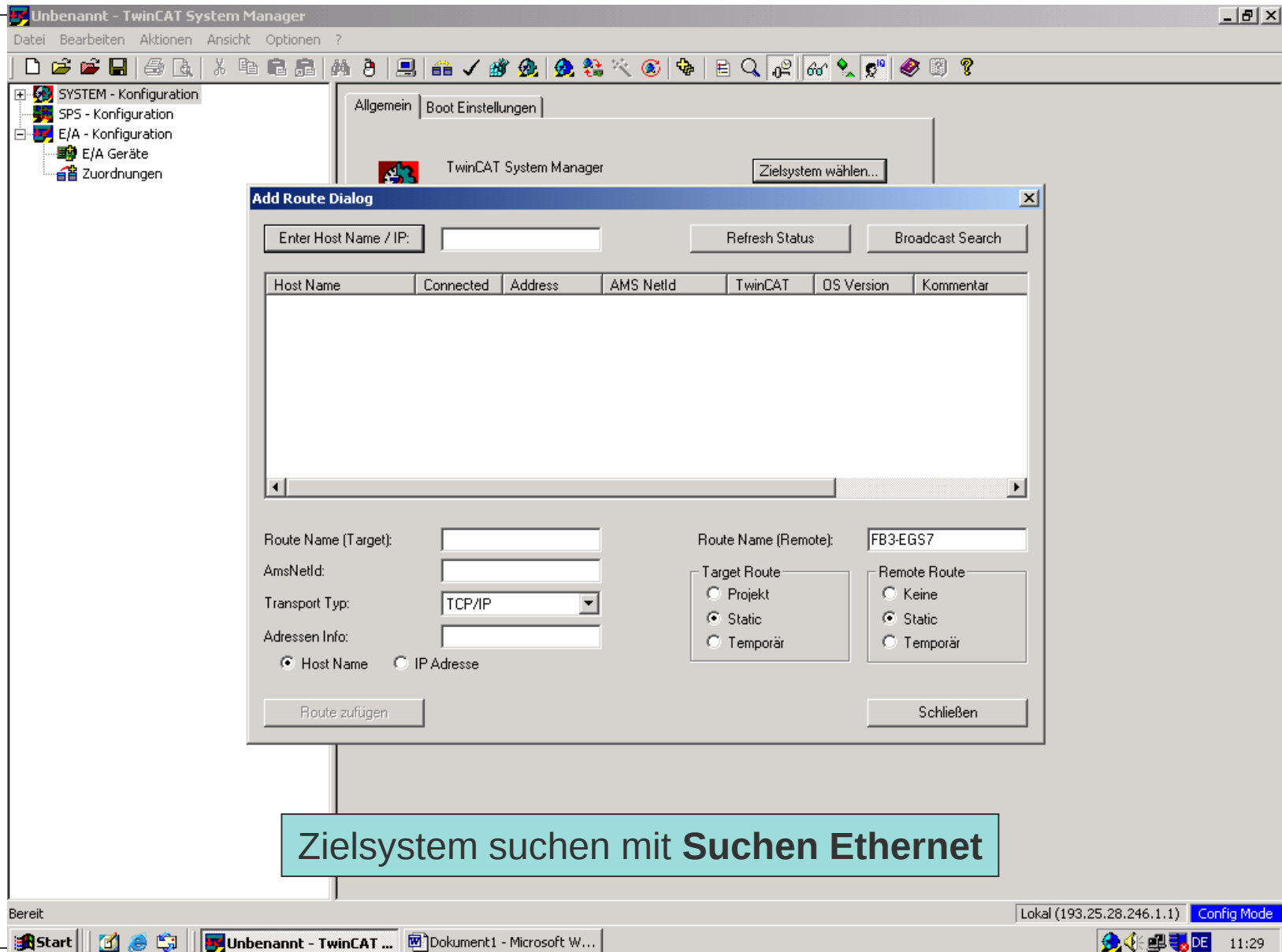
Im Rahmen der Konfiguration des Controllers ist zunächst über „**Zielsystem wählen**“ der Controller zu konfigurieren.

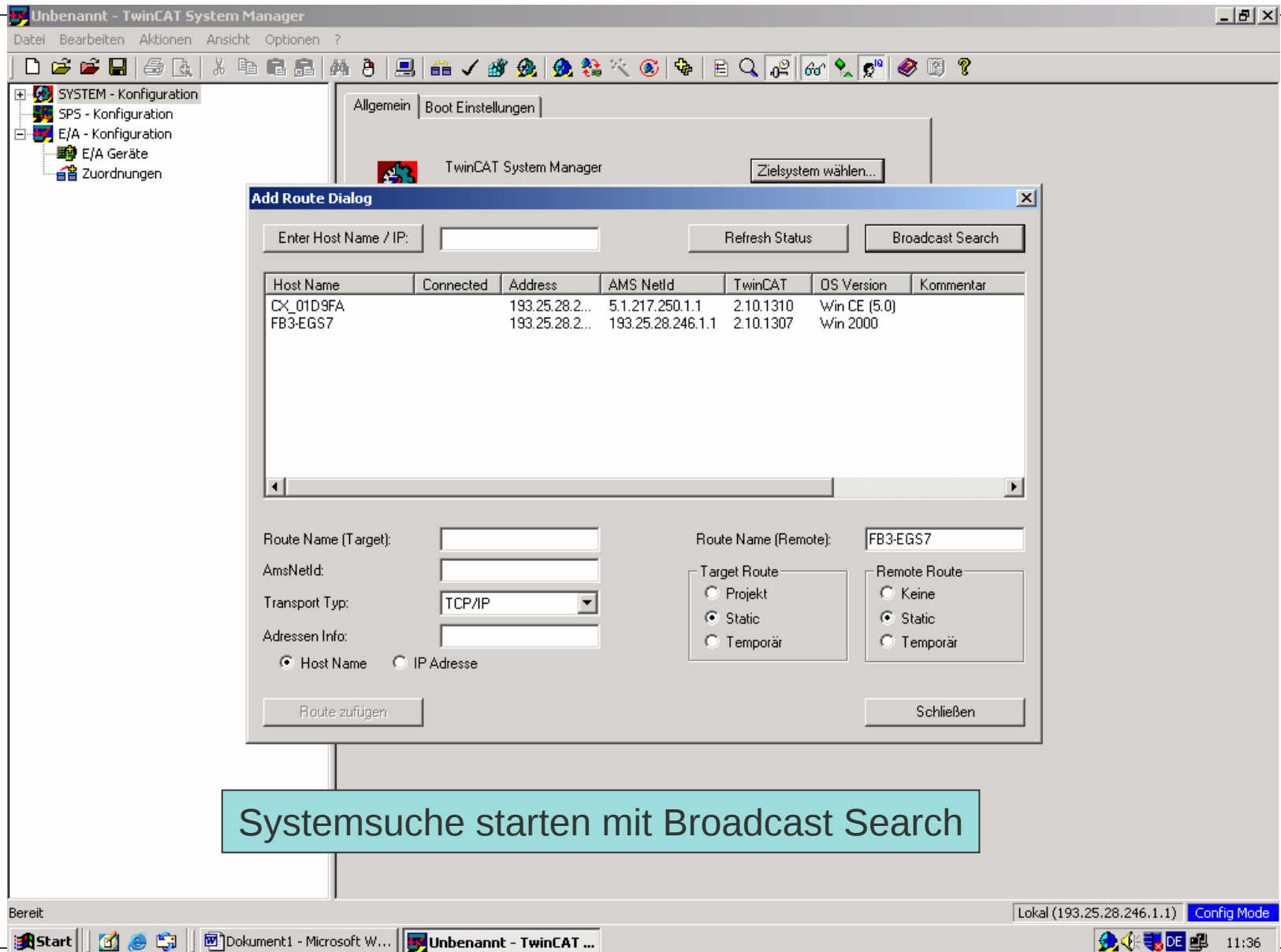
Hierzu sollte der PC mit der Beckhoff-SPS verbunden sein.



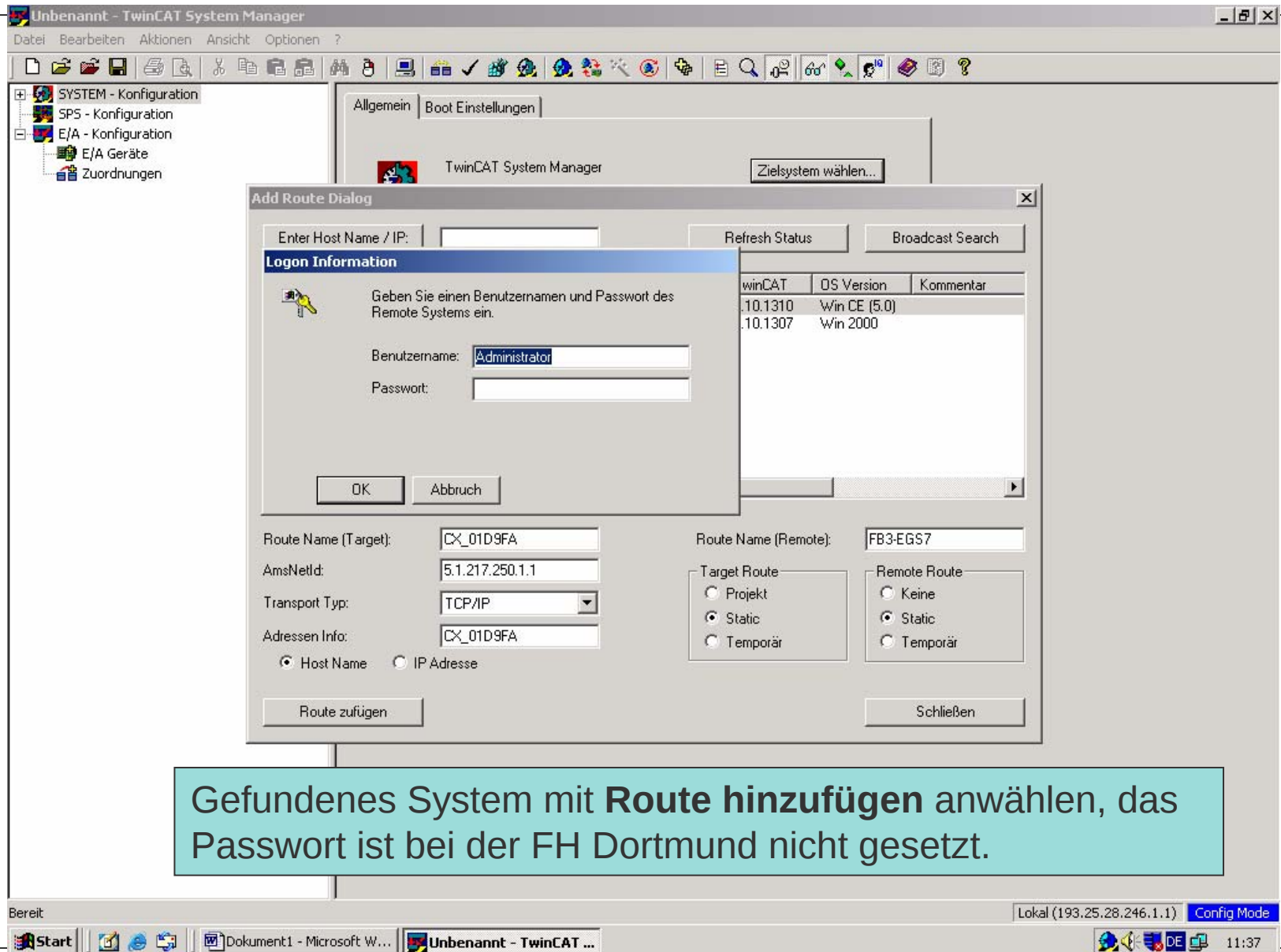


Suchen des Zielsystems am Ethernet

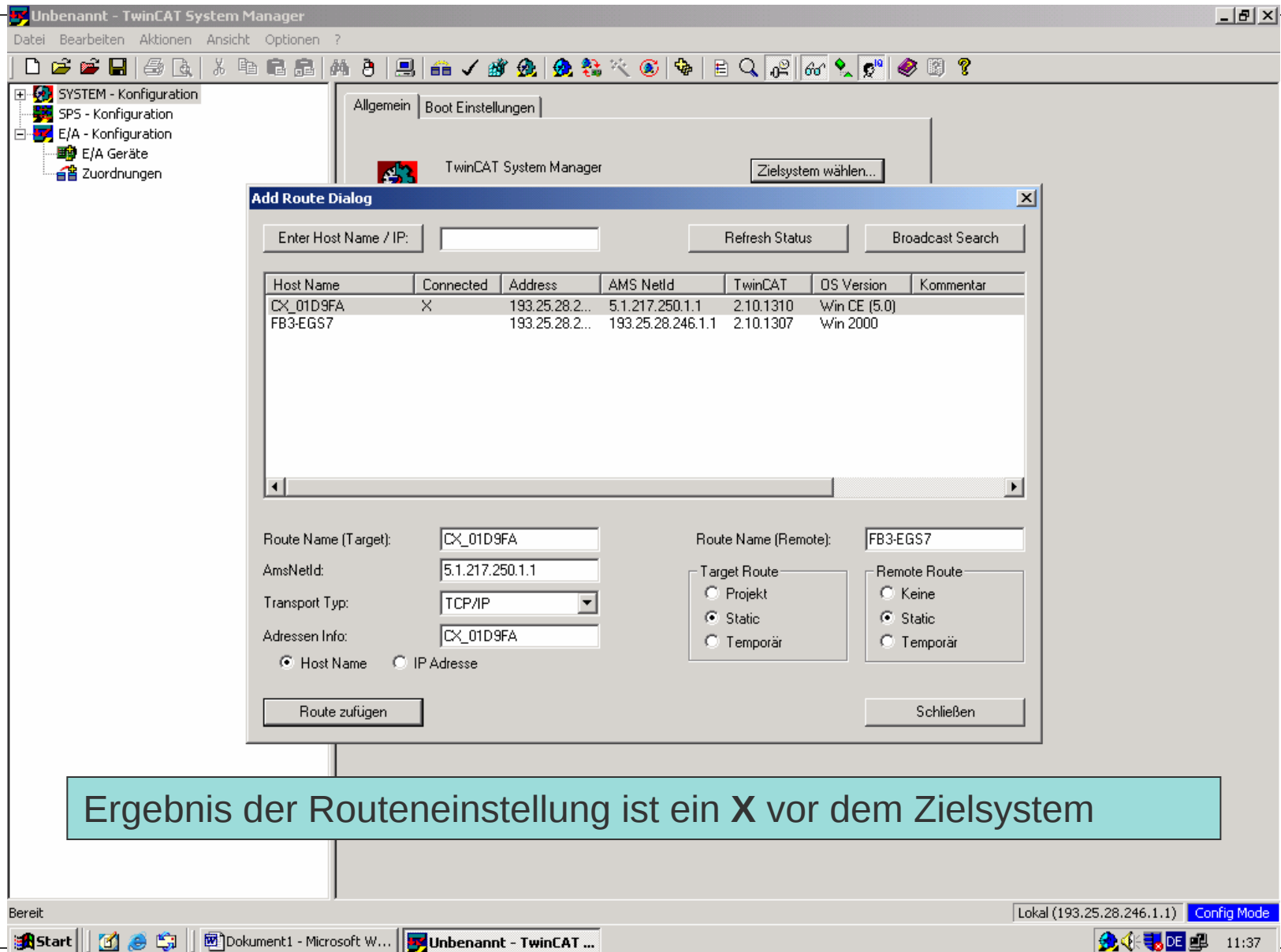




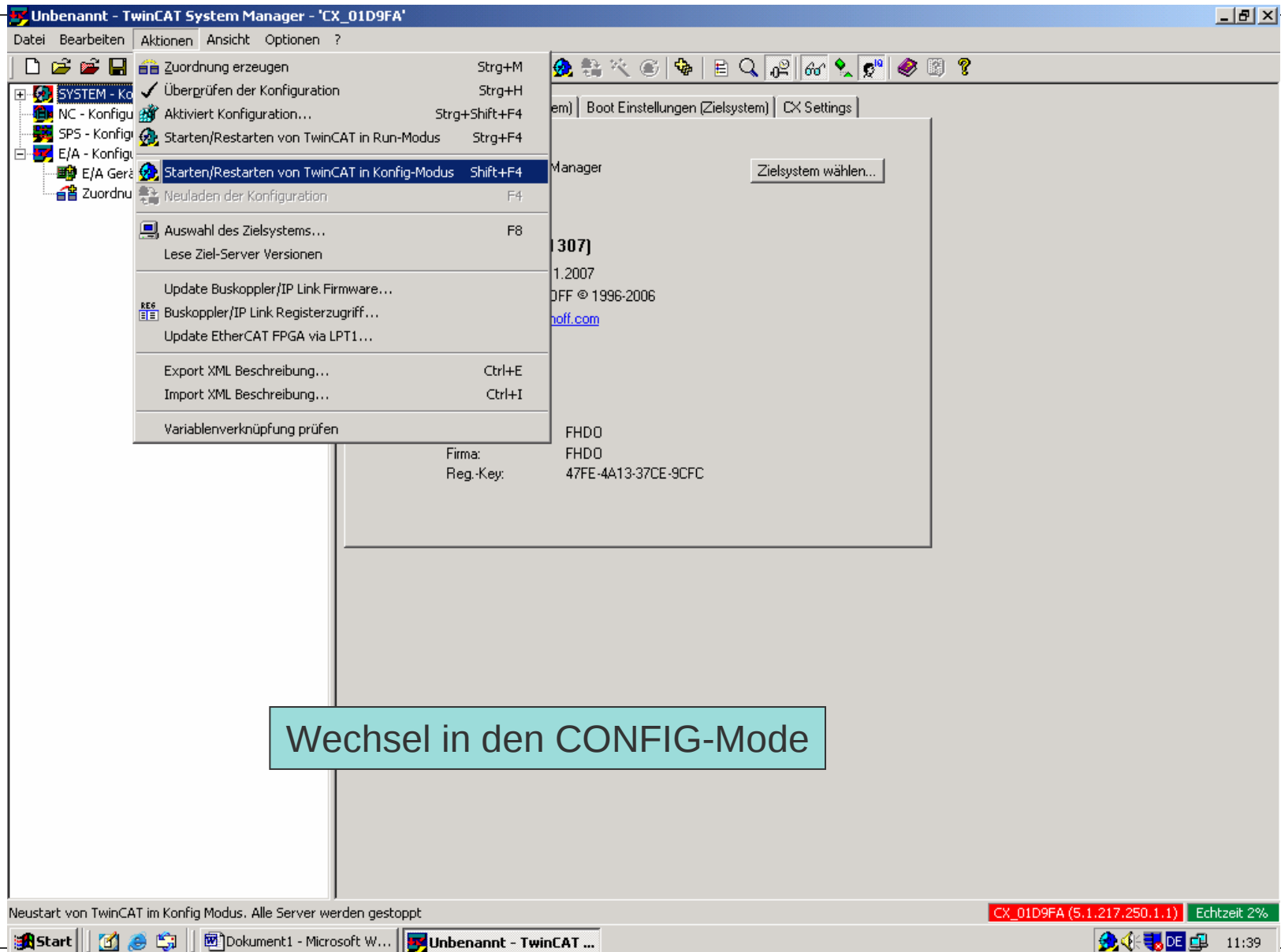


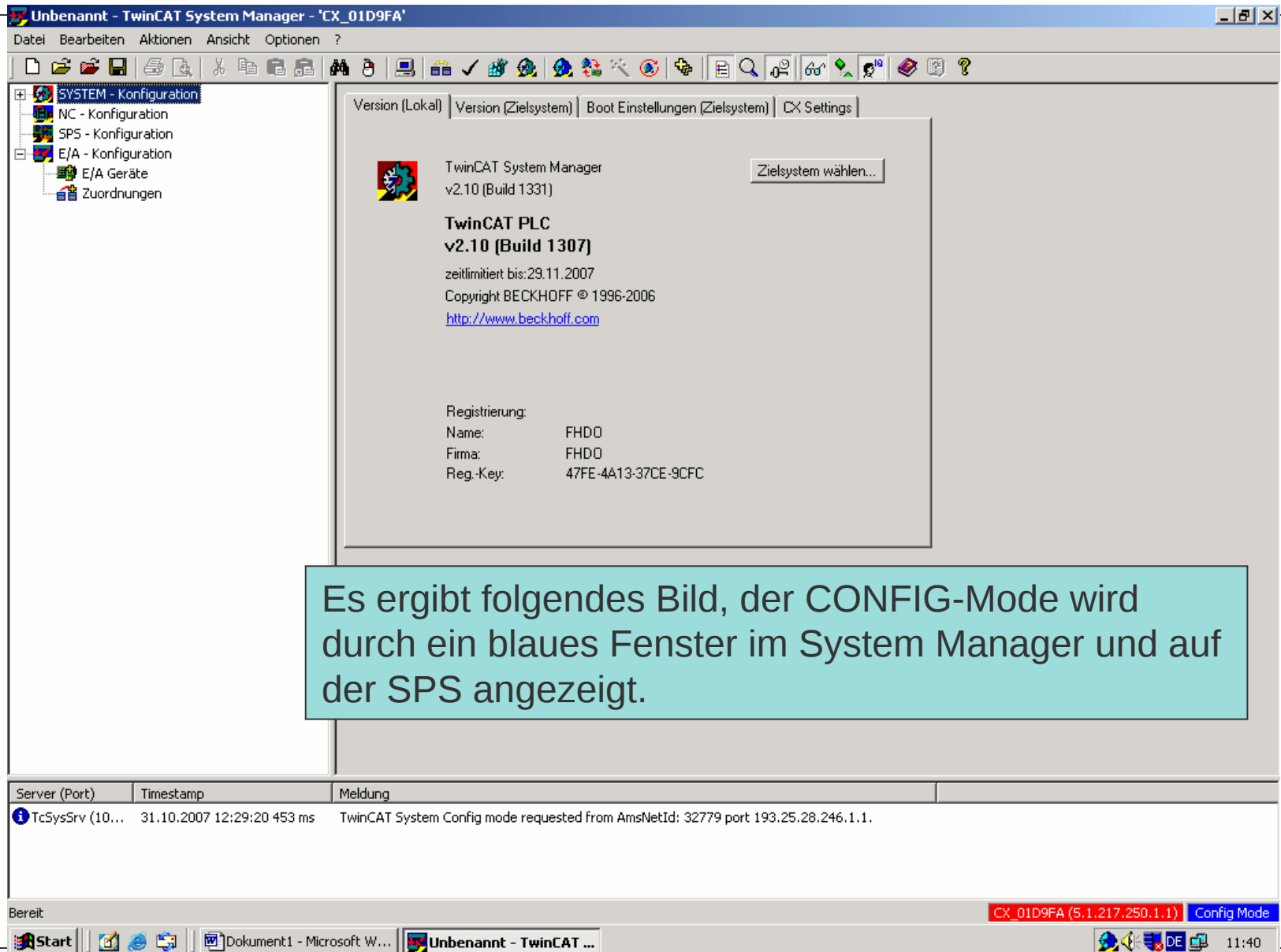


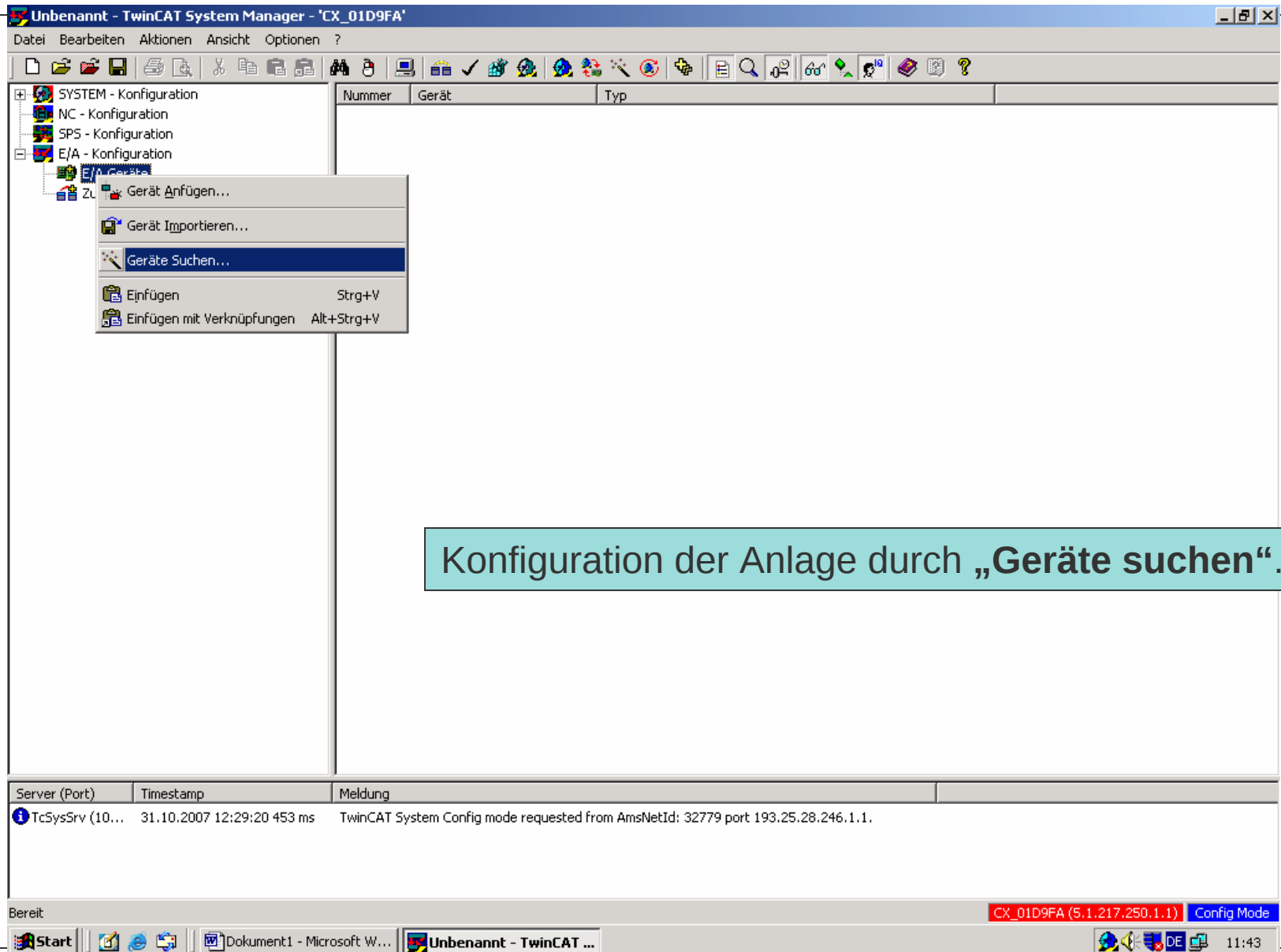
Gefundenes System mit **Route hinzufügen** anwählen, das Passwort ist bei der FH Dortmund nicht gesetzt.

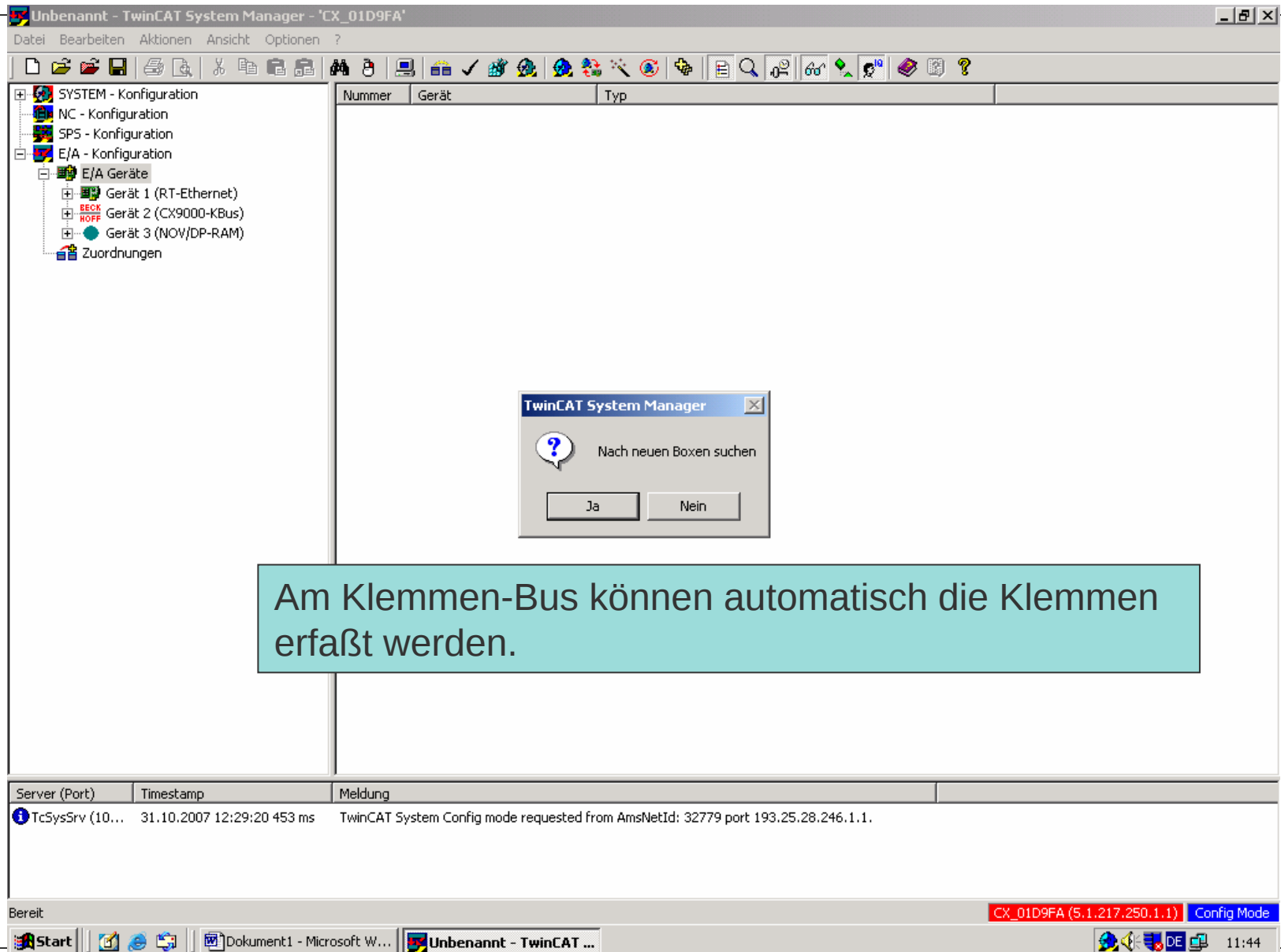


Ergebnis der Routeneinstellung ist ein X vor dem Zielsystem









Unbenannt - TwinCAT System Manager - 'CX_01D9FA'

Datei Bearbeiten Aktionen Ansicht Optionen ?

SYSTEM - Konfiguration

- NC - Konfiguration
- SPS - Konfiguration
- E/A - Konfiguration
 - E/A Geräte
 - Gerät 1 (RT-Ethernet)
 - Gerät 1-Prozessabbild
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - Gerät 2 (CX9000-KBus)
 - Gerät 2-Prozessabbild
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - CX9000-KB
 - Gerät 3 (NOV/DP-RAM)
 - Zuordnungen

Allgemein Allgemeines DPRAM DPRAM (Online)

Name: Gerät 3 (NOV/DP-RAM) Id: 3

Typ: Allgemeines NOV/DP-RAM

Kommentar:

☐ Disabled ☐ Symbole erzeugen

TwinCAT System Manager

Aktiviere Free Run

Ja Nein

Anschließend wird die SPS in den Free Run versetzt, um die Ein- und Ausgangskanäle zu prüfen.

Server (Port)	Timestamp	Meldung
TcSysSrv (10...	31.10.2007 12:29:20 453 ms	TwinCAT System Config mode requested from AmsNetId: 32779 port 193.25.28.246.1.1.

Bereit

CX_01D9FA (5.1.217.250.1.1) Config Mode

Start Dokument1 - Microsoft W... Unbenannt - TwinCAT ... 11:44

The screenshot shows the 'Unbenannt - TwinCAT System Manager - 'CX_01D9FA'' window. The left sidebar displays a tree view of the system configuration, including 'SYSTEM - Konfiguration', 'NC - Konfiguration', 'SPS - Konfiguration', and 'E/A - Konfiguration'. Under 'E/A - Konfiguration', there are three devices: 'Gerät 1 (RT-Ethernet)', 'Gerät 2 (CX9000-KBus)', and 'Gerät 3 (NOV/DP-RAM)'. The 'Gerät 2 (CX9000-KBus)' is selected, and its properties are shown in the main area.

The main area has a tabbed interface with 'Allgemein' selected. The 'Name' field is 'CX9000-KB', the 'Id' is '1', and the 'Typ' is 'CX9000 ('terminal coupler')'. There is a 'Kommentar' field and a 'Disabled' checkbox.

Below the configuration fields is a table showing the terminal connections:

Nummer	Klemmenbezeichnung	Typ	Eing. Größe	Ausg. Größe
1	Klemme 2 (KL1104)	KL1104	0.4	0.0
2	Klemme 3 (KL2114)	KL2114	0.0	0.4
3	Klemme 4 (KL6301)	KL6301	24.0	24.0
4	End-Klemme (KL9010)	KL9010	0.0	0.0

A text box overlay on the table states: 'Automatisch werden die Klemmen am Bus erkannt. Die Klemmen-Nummern müssen nicht der Realität entsprechen, sondern können compatible Typen sein.'

At the bottom, there is a log window showing a message: 'TcSysSrv (10... 31.10.2007 12:29:20 453 ms TwinCAT System Config mode requested from AmsNetId: 32779 port 193.25.28.246.1.1.' The status bar at the bottom indicates 'Bereit' and 'CX_01D9FA (5.1.217.250.1.1) Config Mode'.

Durch „Ändern in kompatiblen Typ“ können die realen Klemmennummern zugewiesen werden.

Name	Online	Typ	Größe	>Adre...	Ein/Aus	User ID	Verknüpft mit
Klemme 2 (KL1104)	0	BOOL	0.1	24.0	Eingang	0	
Klemme 3 (KL1104)	0	BOOL	0.1	24.1	Eingang	0	
Klemme 4 (KL1104)	0	BOOL	0.1	24.2	Eingang	0	
Klemme 5 (KL1104)	0	BOOL	0.1	24.3	Eingang	0	

Server (Port)	Timestamp	Meldung
TcSysSrv (10...)	31.10.2007 12:29:20 453 ms	TwinCAT System Configuration requested from terminal block 5.1.1.

SYSTEM - Konfiguration

- NC - Konfiguration
- SPS - Konfiguration
- E/A - Konfiguration
 - E/A Geräte
 - Gerät 1 (RT-Ethernet)
 - Gerät 1-Prozessabbild
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - Gerät 2 (CX9000-KBus)
 - Gerät 2-Prozessabbild
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - CX9000-KB
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - Klemme 2 (KL1404)
 - Klemme 3 (KL2404)
 - Klemme 4 (KL6301)**
 - End-Klemme (KL9010)
 - Gerät 3 (NOV/DP-RAM)
 - Zuordnungen

Allgemein | Eingänge | Ausgänge

Name: Klemme 4 (KL6301) Id: 4

Typ: KL 6301 EIB (24 BYTE Interface)

Kommentar:

☐ Disabled Symbole erzeugen ☐

Name	Online	Typ	Größe	>Adre...	Ein/Aus	User ID	Verknüpft mit
Parameter Status	0x0000 (0)	UINT	2.0	0.0	Eingang	0	
Input Data 1	0x00 (0)	USINT	1.0	2.0	Eingang	0	
Input Data 2	0x00 (0)	USINT	1.0	3.0	Eingang	0	
Input Data 3	0x00 (0)	USINT	1.0	4.0	Eingang	0	
Input Data 4	0x00 (0)	USINT	1.0	5.0	Eingang	0	
Input Data 5	0x00 (0)	USINT	1.0	6.0	Eingang	0	
Input Data 6	0x00 (0)	USINT	1.0	7.0	Eingang	0	
Input Data 12	0x00 (0)	USINT	1.0	12.0	Eingang	0	
Input Data 13	0x00 (0)	USINT	1.0	14.0	Eingang	0	
Input Data 14	0x00 (0)	USINT	1.0	15.0	Eingang	0	
Input Data 15	0x00 (0)	USINT	1.0	16.0	Eingang	0	
Input Data 16	0x00 (0)	USINT	1.0	17.0	Eingang	0	
Input Data 17	0x00 (0)	USINT	1.0	18.0	Eingang	0	
Input Data 18	0x00 (0)	USINT	1.0	19.0	Eingang	0	

Im nächsten Schritt können die Ein- und Ausgänge der Klemmen geprüft werden.

Server (Port)	Timestamp	Meldung
TcSysSrv (10...	31.10.2007 12:29:20 453 ms	TwinCAT System Config mode requested from AmsNetId: 32779 port 193.25.28.246.1.1.

Bereit CX_01D9FA (5.1.217.250.1.1) Free Run

Start | Dokument1 - Microsoft W... | Unbenannt - TwinCAT ...

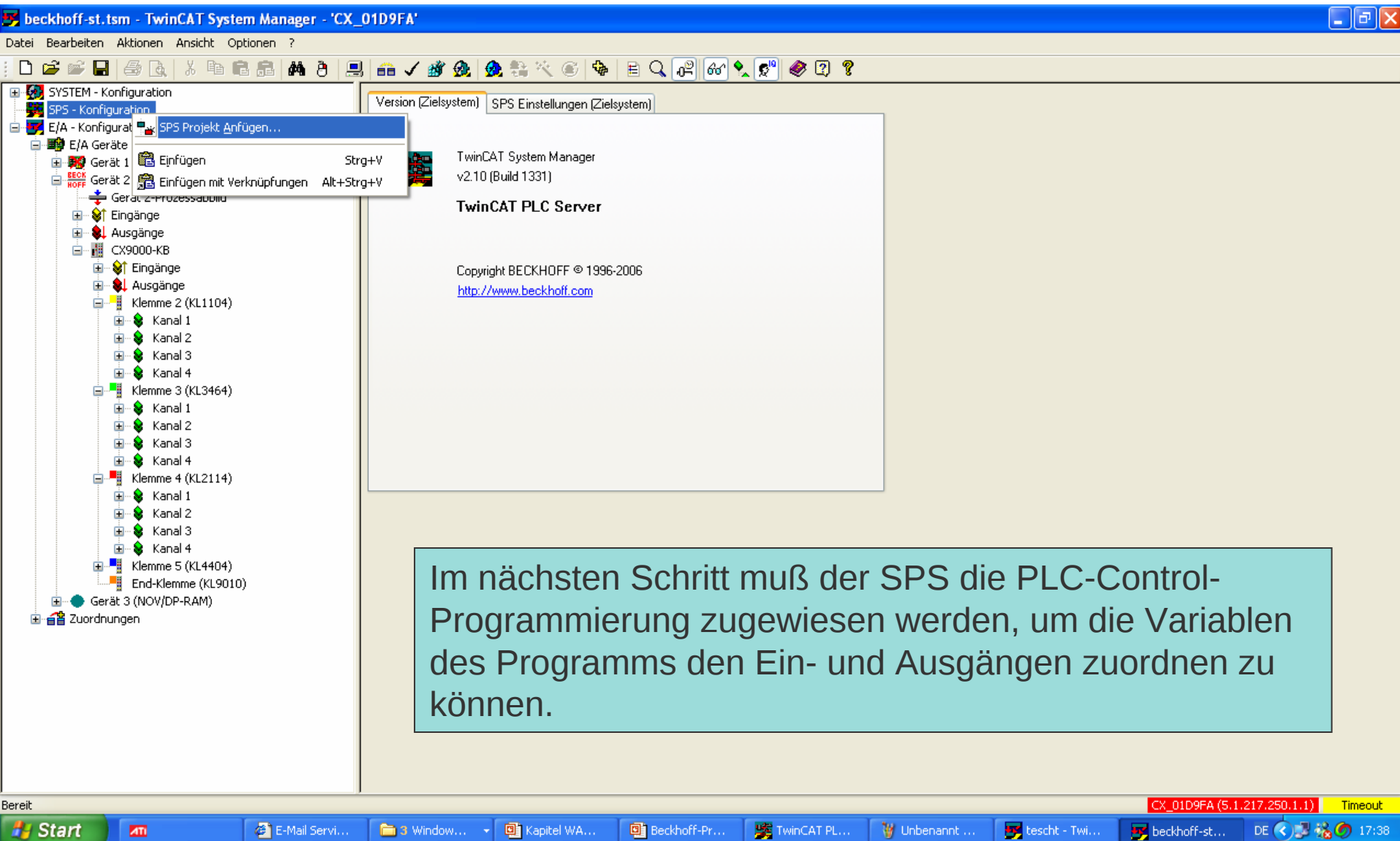
11:45

The screenshot displays the TwinCAT System Manager interface for a system named 'Unbenannt - TwinCAT System Manager - 'CX_01D9FA''. The left-hand tree view shows the system configuration:

- SYSTEM - Konfiguration
 - NC - Konfiguration
 - SPS - Konfiguration
 - E/A - Konfiguration
 - E/A Geräte
 - Gerät 1 (RT-Ethernet)
 - Gerät 1-Prozessabbild
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - Gerät 2 (CX9000-KBus)
 - Gerät 2-Prozessabbild
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - CX9000-KB
 - Eingänge
 - Ausgänge
 - Klemme 2 (KL1404)
 - Kanal 1
 - Eingang
 - Kanal 2
 - Kanal 3
 - Kanal 4
 - Klemme 3 (KL2404)
 - Klemme 4 (KL6301)
 - End-Klemme (KL9010)
 - Gerät 3 (NOV/DP-RAM)
 - Zuordnungen

The right-hand pane shows the 'Online' tab for a selected variable. It displays a digital signal waveform (a square wave) on a timeline. Below the waveform, a text box contains the text 'Prüfen der Ein- und Ausgänge'.

The status bar at the bottom indicates the system is in 'Free Run' mode. The taskbar shows the system is running on Windows, with the taskbar showing 'Start', 'Dokument1 - Microsoft W...', and 'Unbenannt - TwinCAT ...'.



beckhoff-st.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX_01D9FA'

DATEI Bearbeiten Aktionen Ansicht Optionen ?

Version (Zielsystem) SPS Einstellungen (Zielsystem)

SPS Projekt Anfügen...

Gerät 2

Einfügen Strg+V

Einfügen mit Verknüpfungen Alt+Strg+V

TwinCAT System Manager
v2.10 (Build 1331)

TwinCAT PLC Server

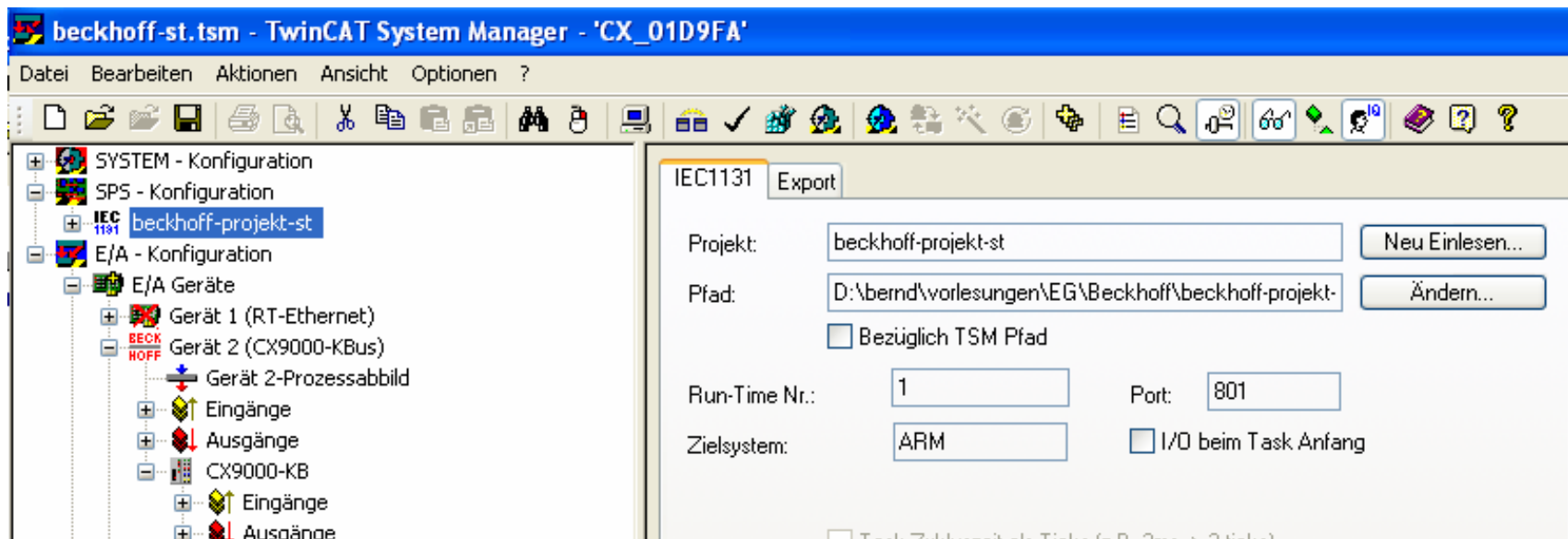
Copyright BECKHOFF © 1996-2006
<http://www.beckhoff.com>

Im nächsten Schritt muß der SPS die PLC-Control-Programmierung zugewiesen werden, um die Variablen des Programms den Ein- und Ausgängen zuordnen zu können.

Bereit

Start

E-Mail Servi... 3 Window... Kapitel WA... Beckhoff-Pr... TwinCAT PL... Unbenannt ... tescht - Twi... bechhoff-st... DE 17:38



Das programmierte Projekt ist zugewiesen.

The screenshot shows the Beckhoff TwinCAT System Manager interface. On the left, a project tree displays the configuration for 'CX_01D9FA', including system, SPS, and E/A configurations. The main window shows the 'Variable' configuration for 'Eingang' (Type: BOOL, Gruppe: Kanal 1, Adresse: 24.0). A 'Variablenverknüpfung Eingang (Eingang)' dialog box is open, displaying options for variable linking. A light blue text box with a black border contains the message: 'Es können keine Variablen zugewiesen werden, da die in PLC-Control definierten Variablen lokale Variablen sind.' (No variables can be assigned because the variables defined in PLC-Control are local variables).

Variable: Eingang
Typ: BOOL
Gruppe: Kanal 1
Größe: 0.1
Adresse: 24.0
User ID: 0
Verknüpft m.:
Kommentar:

Variablenverknüpfung Eingang (Eingang)

Zeige Variablen
☒ Unbenutzt
☐ Alle
☐ Keine Disabled
☒ Keine anderen Geräte
☒ Keine vom selben Proz.
☒ Zeige Tooltips

Zeige Variablen Typen
☐ Passender Typ
☒ Passende Größe
☐ Alle Typen
☐ Array Modis

Es können keine Variablen zugewiesen werden, da die in PLC-Control definierten Variablen lokale Variablen sind.

Abbruch OK

Start | E-Mail Service ... | 3 Windows E... | Kapitel WAGO ... | Beckhoff-Progr... | TwinCAT PLC ... | Unbenannt - P... | beckhoff-st.ts... | DE | 17:48

The image shows three windows of the Beckhoff TwinCAT software, each displaying a different program's code. Each window has a title bar with a small icon, the program name, and standard window controls (minimize, maximize, close). The code is displayed in a list-like format with line numbers on the left.

- MAIN (PRG-ST)**:


```

0001 PROGRAM MAIN
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
0001 programm1();
0002 programm2();
0003
0004
0005
0006
0007
0008
0009
0010
      
```
- programm1 (PRG-ST)**:


```

0001 PROGRAM programm1
0002 VAR
0003     a1 AT %I*: BOOL;
0004     b1 AT %Q*: BOOL;
0005 END_VAR
0006
0001 b1:=a1;
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
      
```
- programm2 (PRG-ST)**:


```

0001 PROGRAM programm2
0002 VAR
0003     b2 AT %Q*: BOOL;
0004     a2 AT %I*: BOOL;
0005 END_VAR
0006
0001 b2:=a2;
0002
0003
0004
0005
0006
0007
0008
      
```

Schnittstelle des Bausteins 'PROGRAMM2'

Datenallokation

Überprüfen der Taskkonfiguration

Implementation des Bausteins 'programm2'

Implementation der Task 'task1'

Warnung 1990: Kein 'VAR_CONFIG' für 'programm1.a1'

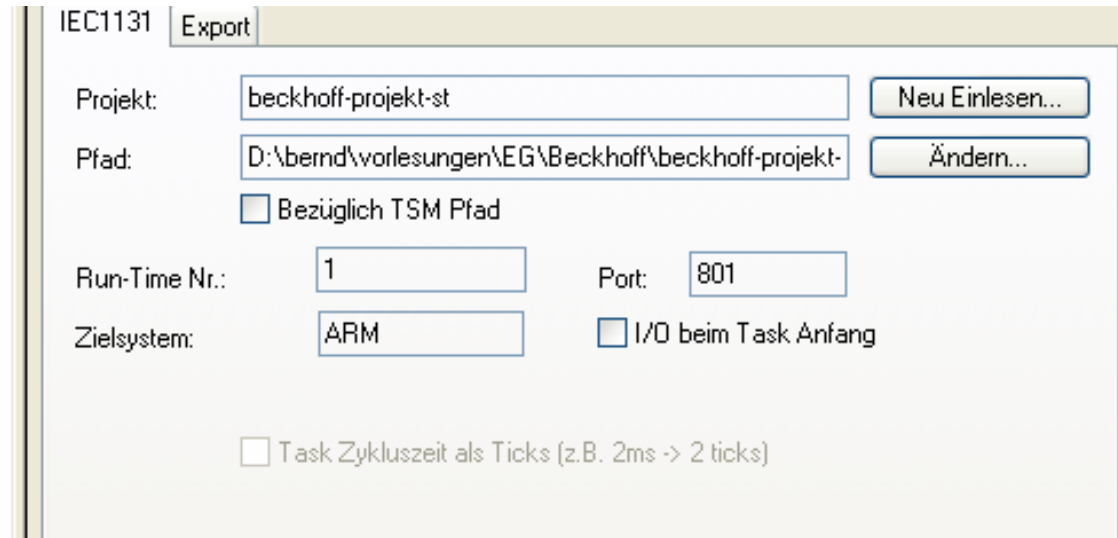
Warnung 1990: Kein 'VAR_CONFIG' für 'programm1.b1'

Warnung 1990: Kein 'VAR_CONFIG' für 'programm2.b2'

Warnung 1990: Kein 'VAR_CONFIG' für 'programm2.a2'

Bausteinindex: 90 (10%)

In PLC-Control müssen die in der Hardware verwendeten Ein- und Ausgänge für die Verwendung mit Variablen vorbereitet werden. Eingangsvariablen sind als %I*, Ausgangsvariablen als %Q* zu deklarieren.



Bei Änderungen am PLC-Control-Programm ist ein neues Einlesen im System-Manager erforderlich.

The screenshot displays the Beckhoff TwinCAT System Manager interface. On the left, a tree view shows the project structure: SYSTEM - Konfiguration, SPS - Konfiguration, and beckhoff-projekt-st. Under SPS - Konfiguration, the 'E/A - Konfiguration' folder is expanded, showing 'E/A Geräte'. Under 'Gerät 2 (CX9000-KBus)', the 'Eingänge' (Inputs) folder is selected, and 'Kanal 1' is highlighted. The main window shows the 'Variable' tab for 'Kanal 1'. The 'Name' field is set to 'Eingang', 'Typ' is 'BOOL', 'Gruppe' is 'Kanal 1', 'Größe' is '0.1', 'Adresse' is '24.0', and 'User ID' is '0'. The 'Verknüpft m.' (Linked to) field is empty. A 'Kommentar' (Comment) field is also present. A dialog box titled 'Variablenverknüpfung Eingang (Eingang)' is open in the foreground. It shows the 'SPS - Konfiguration' tree with 'beckhoff-projekt-st' expanded to 'task1'. Under 'task1', two variables are listed: 'programm1.a1' and 'programm2.a2', both of type 'IX 0.0, BIT [0.1]'. On the right side of the dialog, the 'Zeige Variablen' (Show Variables) section has several checkboxes: 'Unbenutzt' (selected), 'Alle', 'Keine Disabled', 'Keine anderen Geräte' (checked), 'Keine vom selben Proz.' (checked), and 'Zeige Tooltips' (checked).

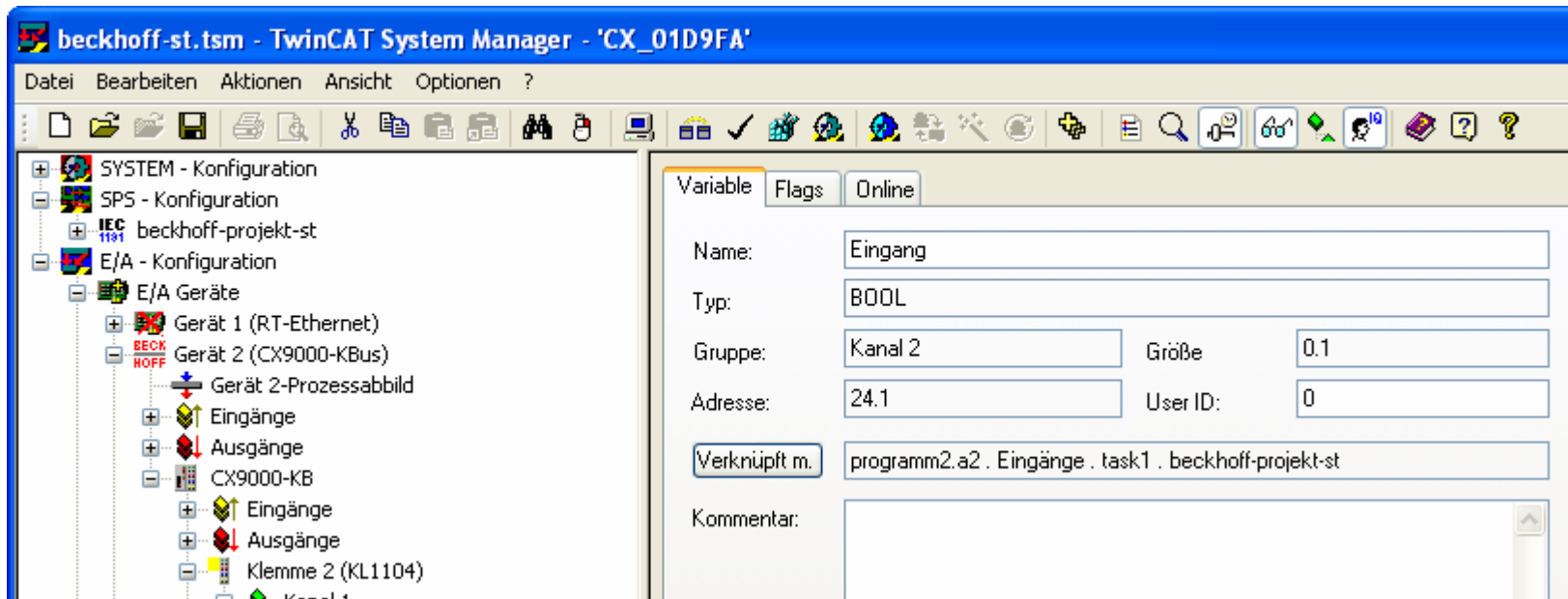
Anschließend können die Variablen einem Ein- oder Ausgang zugewiesen werden. Im Falle der Belegung einer digitalen Eingangsklemme erscheinen nur Inputvariablen.

Variable	Flags	Online	
Name:	Eingang		
Typ:	BOOL		
Gruppe:	Kanal 1	Größe	0.1
Adresse:	24.0	User ID:	0
Verknüpft m.	programm1.a1 . Eingänge . task1 . beckhoff-projekt-st		
Kommentar:			

Die Verknüpfung des Eingangs mit einer Variablen eines Programms ist eindeutig verifizierbar.

The screenshot displays the Beckhoff TwinCAT 3 configuration environment. On the left, a hierarchical tree shows the system configuration: **SYSTEM - Konfiguration** > **SPS - Konfiguration** > **beckhoff-projekt-st** > **E/A - Konfiguration** > **E/A Geräte**. Under **E/A Geräte**, **Gerät 2 (CX9000-KBus)** is expanded, showing **Eingänge** (Inputs) and **Ausgänge** (Outputs). The **Eingänge** list includes **Kanal 1**, **Kanal 2**, **Kanal 3**, and **Kanal 4**. **Kanal 2** is currently selected. The right pane shows the configuration for the selected input: **Name:** Eingang, **Typ:** BOOL, **Gruppe:** Kanal 2, **Größe:** 0.1, **Adresse:** 24.1, **User ID:** 0. Below this, the **Verknüpft m.** (Linked to) field is empty. A **Kommentar:** (Comment) field is also present. Overlaid on the bottom right is the **Variablenverknüpfung Eingang (Eingang)** dialog box. It shows a tree view of the project structure with **programm2.a2 > IX 0.1, BIT [0.1]** selected. To the right of the tree are filter options: **Zeige Variablen** (Show Variables) with checkboxes for **Unbenutzt** (Unused), **Alle** (All), **Keine Disabled** (No Disabled), **Keine anderen Geräte** (No other devices), **Keine vom selben Proz.** (No from the same processor), and **Zeige Tooltips** (Show Tooltips).

Beim nächsten zu verknüpfenden Eingang wird die bereits verknüpfte Variable nicht mehr angezeigt.



Die Verknüpfung des Eingangs mit einer Variablen eines Programms ist eindeutig verifizierbar.

The screenshot shows the TwinCAT System Manager interface. On the left, a tree view displays the project structure: SYSTEM - Konfiguration, SPS - Konfiguration, beckhoff-projekt-st, E/A - Konfiguration, and E/A Geräte. Under E/A Geräte, there are two devices: Gerät 1 (RT-Ethernet) and Gerät 2 (CX9000-KBus). Under Gerät 2, there are inputs (Eingänge) and outputs (Ausgänge). The 'Ausgänge' folder is expanded, showing a list of output channels (Kanal 1 to Kanal 4) and terminal blocks (Klemme 3, Klemme 4). The 'Ausgang' variable is selected.

On the right, the 'Variable' tab is active, showing the configuration for the 'Ausgang' variable. The fields are:

- Name: Ausgang
- Typ: BOOL
- Gruppe: Kanal 1
- Größe: 0.1
- Adresse: 536.0
- User ID: 0
- Verknüpft m.: (empty)
- Kommentar: (empty)

Below the main window, a dialog box titled 'Variablenverknüpfung Ausgang (Ausgang)' is open. It shows the project structure with 'task1' selected. Under 'task1', two variables are listed:

- programm1.b1 > QX 0.0, BIT [0.1]
- programm2.b2 > QX 0.1, BIT [0.1]

On the right side of the dialog, there are checkboxes for 'Zeige Variablen':

- ☒ Unbenutzt
- ☐ Alle
- ☐ Keine Disabled
- ☒ Keine anderen Geräte
- ☒ Keine vom selben Proz.
- ☒ Zeige Tooltips

Ebenso wird mit einer Ausgangsvariablen verfahren. Im Falle der Belegung einer digitalen Ausgangsklemme erscheinen nur Output-variablen.

beckhoff-st.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX_01D9FA'

Datei Bearbeiten Aktionen Ansicht Optionen ?

SYSTEM - Konfiguration
SPS - Konfiguration
IEC 1191 bechhoff-projekt-st
beckhoff-projekt-st-Prozessabbild
task1
Eingänge
programm1.a1
programm2.a2
Ausgänge
programm1.b1
programm2.b2
E/A - Konfiguration
E/A Geräte
Gerät 1 (RT-Ethernet)
Gerät 2 (CX9000-KBus)
Gerät 2-Prozessabbild
Eingänge
Ausgänge
CX9000-KB
Eingänge
Ausgänge
Klemme 2 (KL1104)
Klemme 3 (KL3464)
Klemme 4 (KL2114)
Kanal 1
Ausgang
Kanal 2

Variable Flags Online

Name: Ausgang

Typ: BOOL

Gruppe: Kanal 1 Größe: 0.1

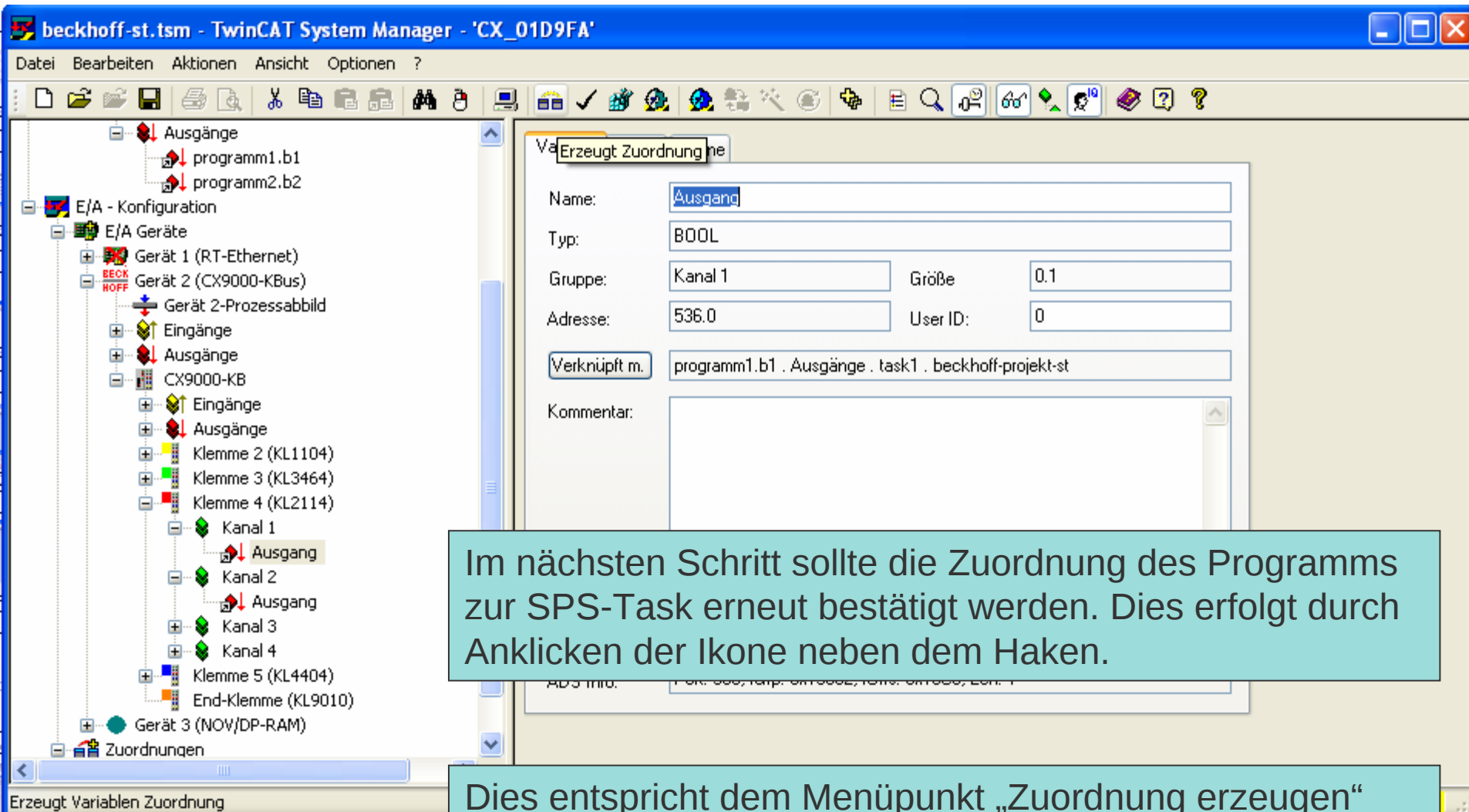
Adresse: 536.0 User ID: 0

Verknüpft m. programm1.b1 . Ausgänge . task1 . bechhoff-projekt-st

Kommentar:

ADS Info: Port: 300, IGrp: 0x13002, IOffs: 0x10C0, Len: 1

Abschließend sind alle Variablen verknüpft.



The screenshot shows the TwinCAT System Manager interface for a Beckhoff project. On the left, a tree view displays the project structure, including 'Ausgänge', 'E/A - Konfiguration', 'E/A Geräte', and 'Gerät 2 (CX9000-KBus)'. The 'Ausgänge' folder is expanded, showing 'Ausgang' under 'Kanal 1'. On the right, the 'Erzeugt Zuordnung' dialog box is open, showing the configuration for the 'Ausgang' variable. The dialog includes fields for Name, Typ, Gruppe, Adresse, Größe, User ID, and a 'Verknüpft m.' field. The 'Verknüpft m.' field is set to 'programm1.b1 . Ausgänge . task1 . beckhoff-projekt-st'. A text box explains that the next step is to confirm the assignment to the SPS-Task by clicking the icon next to the checkmark.

Im nächsten Schritt sollte die Zuordnung des Programms zur SPS-Task erneut bestätigt werden. Dies erfolgt durch Anklicken der Ikone neben dem Haken.

Dies entspricht dem Menüpunkt „Zuordnung erzeugen“ unter „Aktion“.

The screenshot displays the TwinCAT System Manager interface for a Beckhoff project. The left-hand tree view shows the project structure, including 'Ausgänge' (Outputs) and 'E/A - Konfiguration' (I/O Configuration). The right-hand pane shows the configuration for a specific output variable named 'Ausgang'. The configuration includes fields for Name, Type (BOOL), Group (Kanal 1), Address (536.0), and a linked path (programm1.b1 . Ausgänge . task1 . beckhoff-projekt-st). A status bar at the bottom indicates the system is 'Bereit' (Ready) and shows the project name and version.

Variable Flags Online

Name: Ausgang

Typ: BOOL

Gruppe: Kanal 1 Größe: 0.1

Adresse: 536.0 User ID: 0

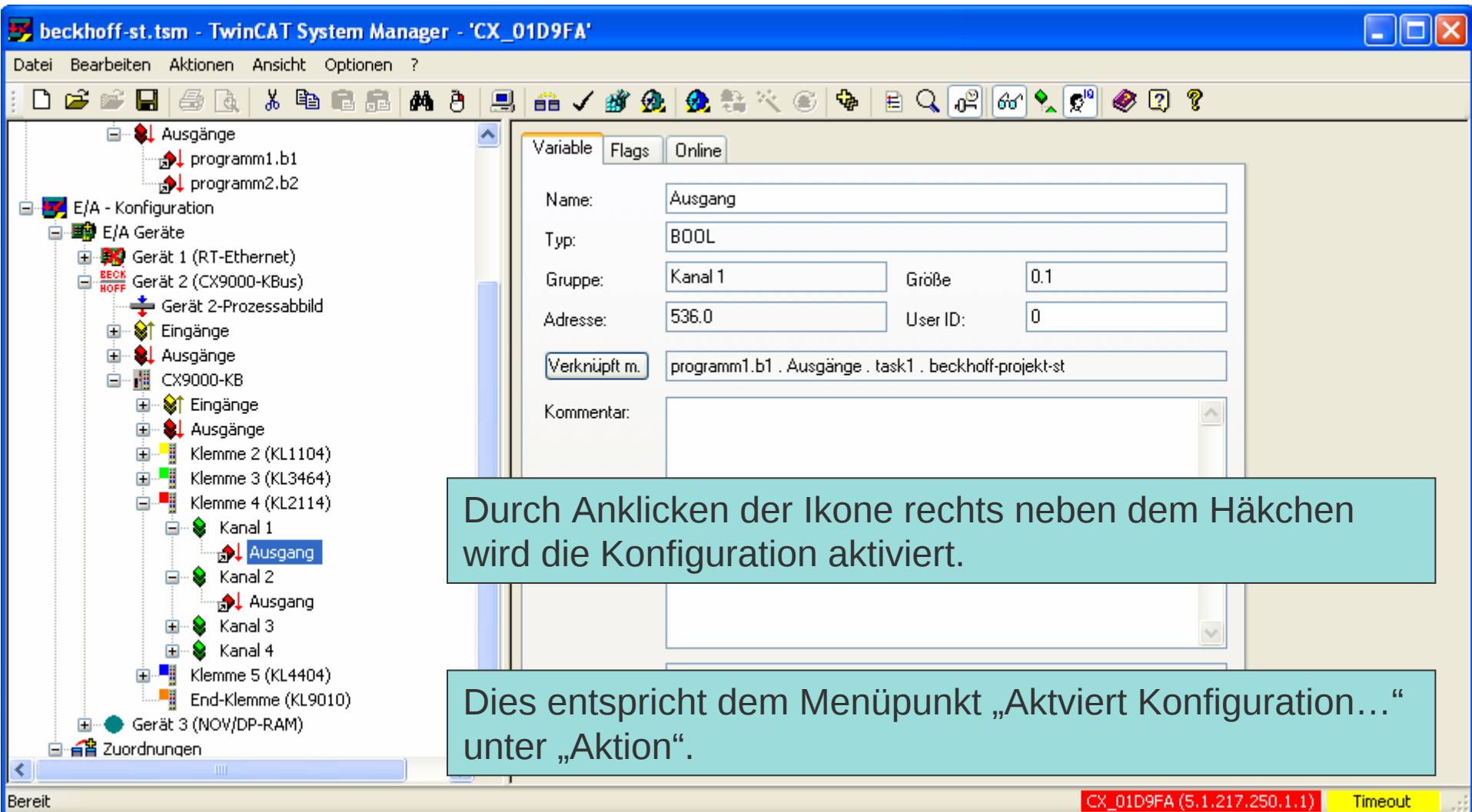
Verknüpft m. programm1.b1 . Ausgänge . task1 . beckhoff-projekt-st

Kommentar:

Durch Anklicken des Häkchens wird die Konfiguration geprüft.

Dies entspricht dem Menüpunkt „Überprüfen der Konfiguration“ unter „Aktion“.

Bereit CX_01D9FA (5.1.217.250.1.1) Timeout



beckhoff-st.tsm - TwinCAT System Manager - 'CX_01D9FA'

Variable Flags Online

Name: Ausgang

Typ: BOOL

Gruppe: Kanal 1 Größe: 0.1

Adresse: 536.0 User ID: 0

Verknüpft m. programm1.b1 . Ausgänge . task1 . beckhoff-projekt-st

Kommentar:

Durch Anklicken der Ikone rechts neben dem Häkchen wird die Konfiguration aktiviert.

Dies entspricht dem Menüpunkt „Aktviert Konfiguration...“ unter „Aktion“.

Bereit CX_01D9FA (5.1.217.250.1.1) Timeout

Durch Anklicken der Ikone neben dem Häkchen wird die Konfiguration aktiviert.

Alle Klemmen sind gefunden, parametrisiert und getestet.

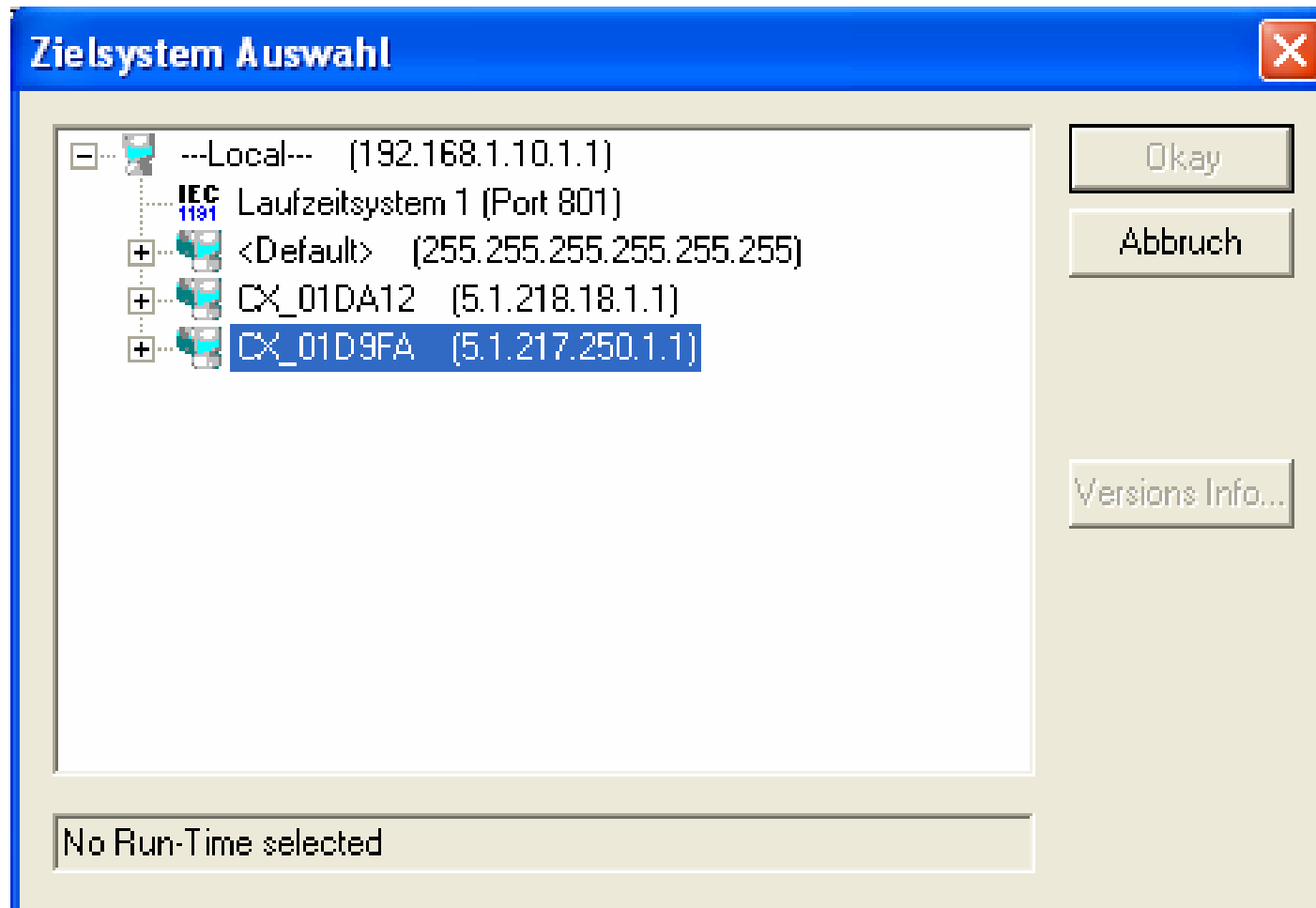
Das Projekt wird im Systemmanager gespeichert.

Alle weiteren Arbeiten werden mit PLC-Control ausgeführt.

Der nächste Arbeitsschritt ist in PLC-Control zu tätigen.

Das im System-Manager ausgewählte Zielsystem ist auszuwählen.

Anschließend wird durch Drücken von „**Einloggen**“ die SPS aktiviert.



Auswahl des Zielsystems.

TwinCAT PLC Control - bechhoff-projekt-st.pro

Online Fenster Hilfe

Bausteine

- MAIN (PRG)
- programm1 (PRG)
- programm2 (PRG)

Einloggen F11
Ausloggen F12

Laden
Start F5
Stop Umschalt+F8
Reset
Urlöschen

Breakpoint an/aus F9
Breakpoint-Dialog
Einzelschritt über F10
Einzelschritt in F8
Einzelschritt in Strg+F5

Werte schreiben Strg+F7
Werte forcieren F7
Forcieren aufheben Umschalt+F7
Schreiben/Forcieren-Dialog Strg+Umschalt+F7

Aufrufhierarchie...
Ablaufkontrolle

Simulation
Kommunikationsparameter...
Quellcode laden

Auswahl des Zielsystems...
Erzeugen eines Bootprojektes
Erzeugen eines Bootprojektes (offline)
Bootprojekt löschen

programm1 (PRG-ST)

```

0001 PROGRAM programm1
0002 VAR
0003     a1 AT %I*: BOOL;
0004     b1 AT %Q*: BOOL;
0005 END_VAR
0006
0007 b1:=a1;
0008

```

programm2 (PRG-ST)

```

0001 PROGRAM programm2
0002 VAR
0003     b2 AT %Q*: BOOL;
0004     a2 AT %I*: BOOL;
0005 END_VAR
0006
0007 b2:=a2;
0008

```

PROGRAMM2'

ration

ns 'programm2'

sk1'

ONFIG' für 'programm1.a1'

ONFIG' für 'programm1.b1'

ONFIG' für 'programm2.b2'

ONFIG' für 'programm2.a2'

Bausteinindizes: 89 (4%)
 Größe der verbrauchten Daten: 42 von 1048576 Bytes (0.00%)
 Größe der verbrauchten Retain-Daten: 0 von 32768 Bytes (0.00%)
 0 Fehler, 4 Warnung(en)

Einloggen auf dem Zielsystem.

Online Befehle

Target: Local (192.168.1.10.1.1), Laufzeit: 1 | TwinCAT Config Mode | Z.: 2, Sp.: 1 | ONLINE | UB | LESEN

Start | E-Mail Service ... | Beckhoff | Suchergebnisse | Suchergebnisse | Kapitel WAGO ... | Beckhoff-Progr ... | TwinCAT PLC C ... | DE | 18:37

Online	Fenster	Hilfe
Einloggen		F11
Ausloggen		F12
Laden		
Start		F5
Stop		Umschalt+F8
Reset		
Urlöschen		
Breakpoint an/aus		F9
Breakpoint-Dialog		
Einzelschritt über		F10
Einzelschritt in		F8
Einzelzyklus		Strg+F5
Werte schreiben		Strg+F7
Werte forcen		F7
Forcen aufheben		Umschalt+F7
Schreiben/Forcen-Dialog		Strg+Umschalt+F7
Aufrufhierarchie...		
Ablaufkontrolle		
Simulation		
Kommunikationsparameter...		
Quellcode laden		
Auswahl des Zielsystems...		
Erzeugen eines Bootprojektes		
Erzeugen eines Bootprojektes (offline)		
Bootprojekt löschen		

Auf dem Zielsystem wurde eingeloggt. Die CPU im Controller muß nun gestartet werden.

Online Fenster Hilfe	
Einloggen	F11
Ausloggen	F12
Laden	
Start	F5
Stop	Umschalt+F8
Reset	
Urlöschen	
Breakpoint an/aus	F9
Breakpoint-Dialog	
Einzelschritt über	F10
Einzelschritt in	F8
Einzelzyklus	Strg+F5
Werte schreiben	Strg+F7
Werte forcen	F7
Forcen aufheben	Umschalt+F7
Schreiben/Forcen-Dialog	Strg+Umschalt+F7
Aufrufhierarchie...	
Ablaufkontrolle	
Simulation	
Kommunikationsparameter...	
Quellcode laden	
Auswahl des Zielsystems...	
Erzeugen eines Bootprojektes	
Erzeugen eines Bootprojektes (offline)	
Bootprojekt löschen	

Um das Projekt dauerhaft auf dem Controller zu speichern ist mit „**Erzeugen eines Bootprojektes**“ ein bootfähiges Programm abzulegen.

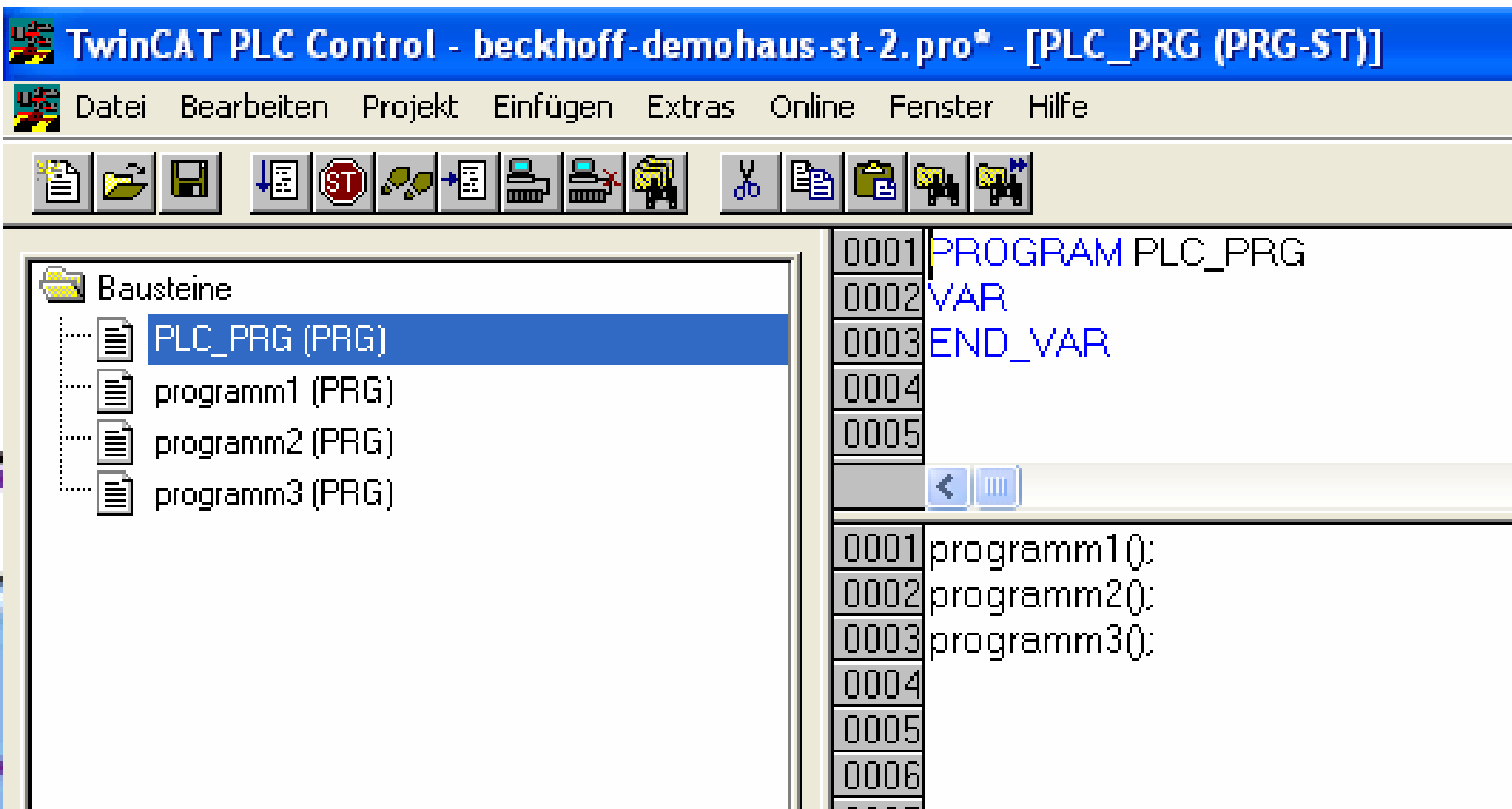
Programmiersvarianten:

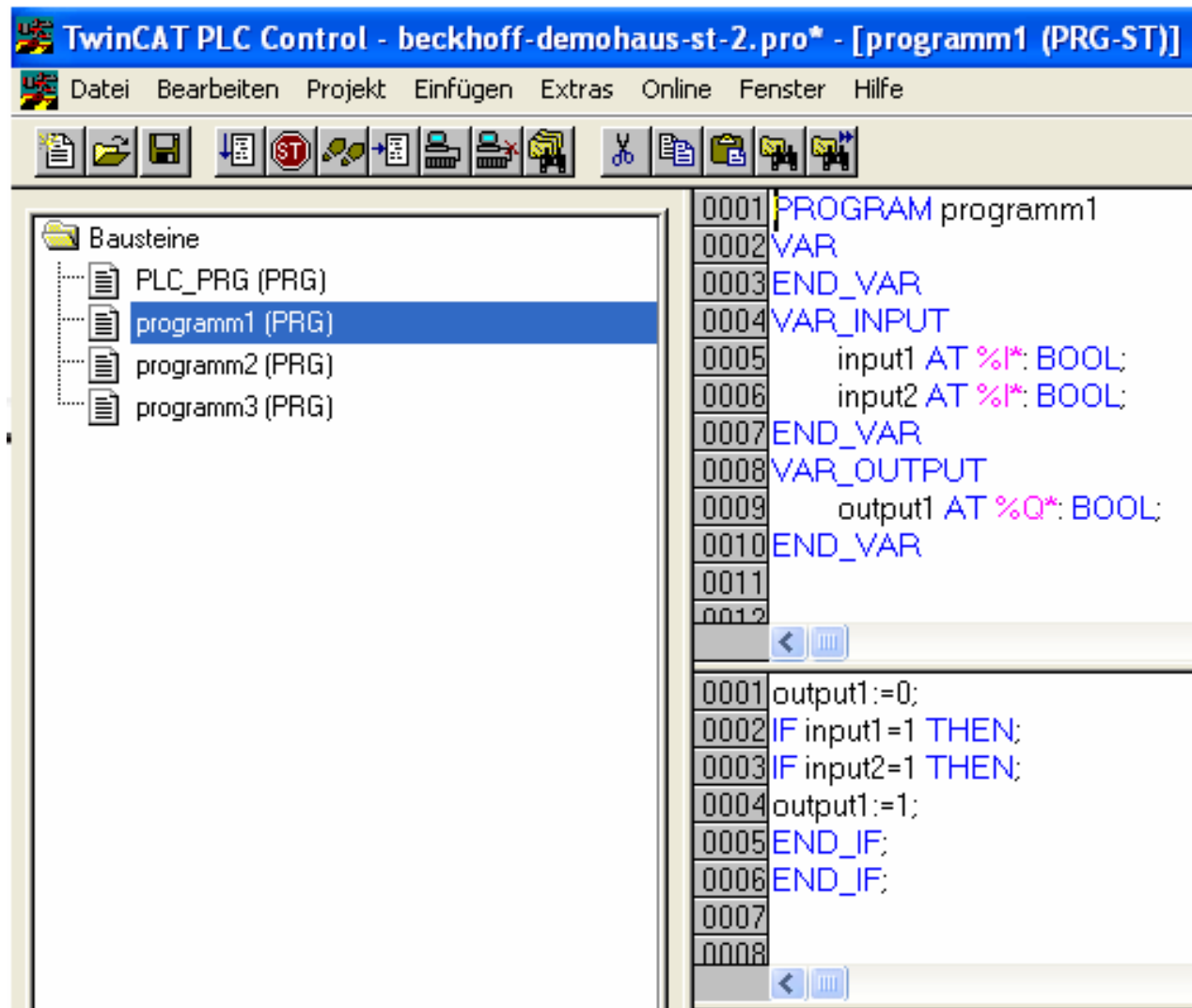
1. ST (Structured Text)

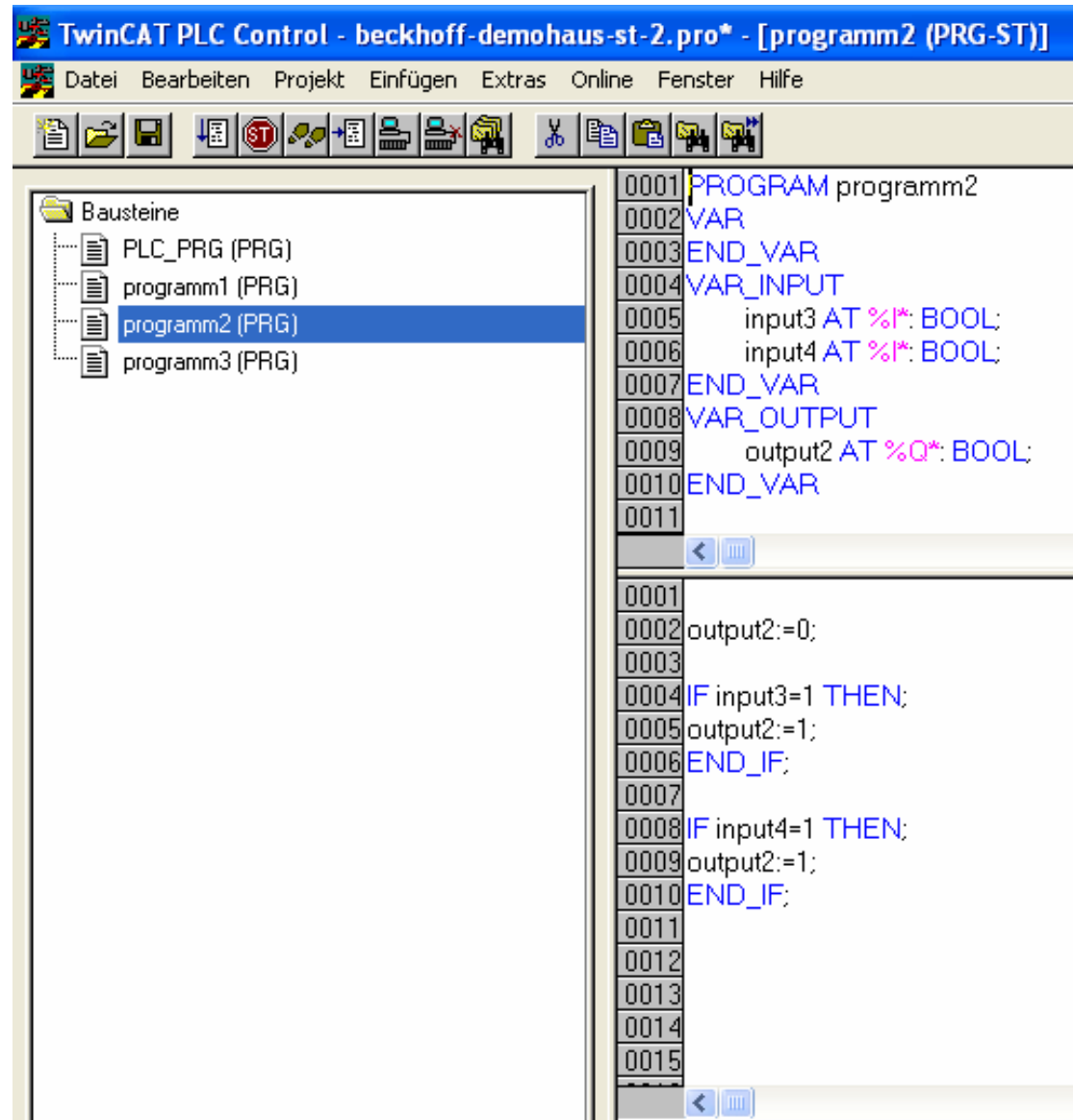
Im Unterprogramm programm1 soll über die Eingänge input1 und input2 bei gleichzeitigem Drücken der Aktorkanal output1 eingeschaltet werden.

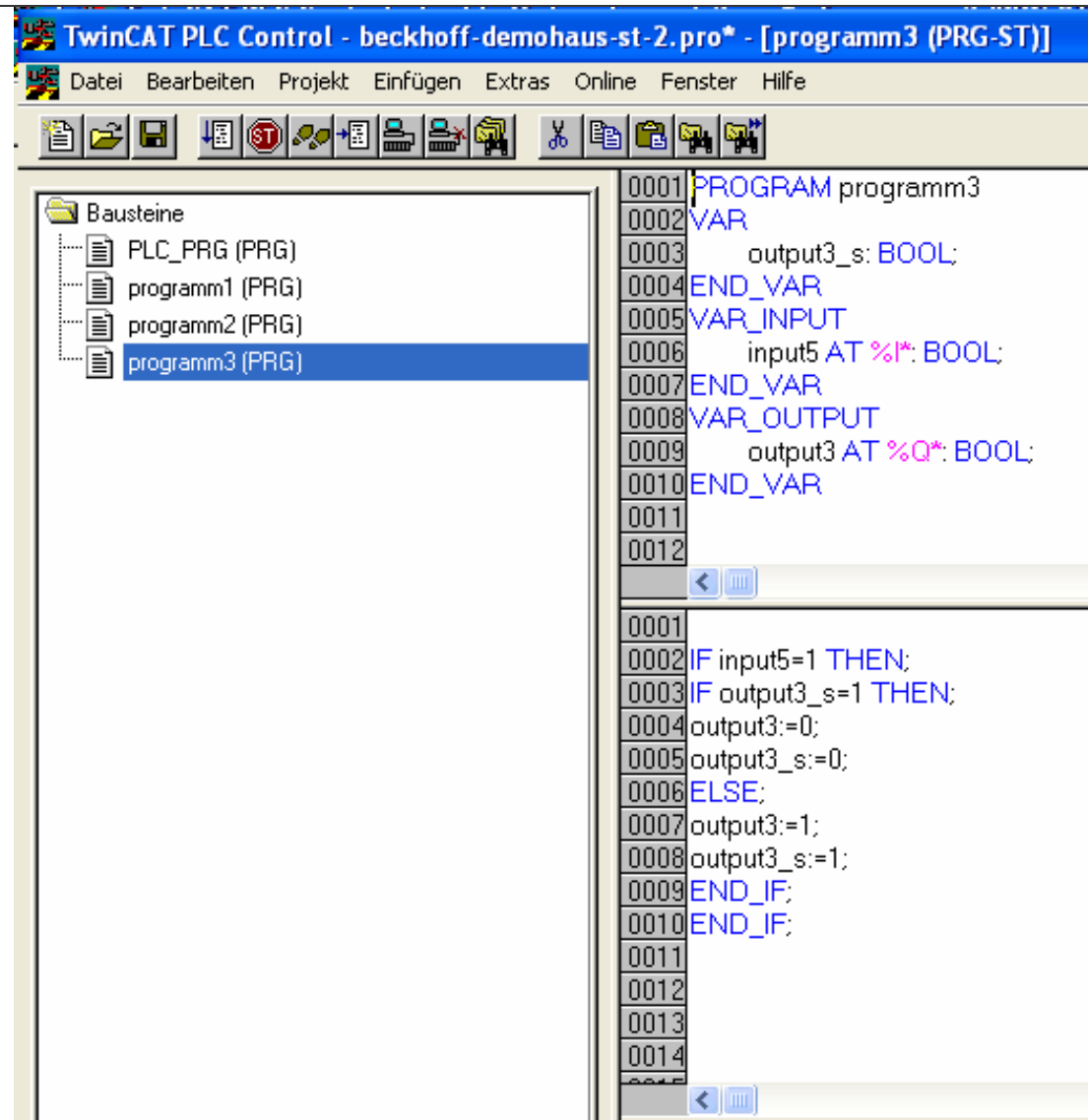
Im Unterprogramm programm2 soll über die Eingänge input3 und input4 bei Betätigung einer Taster der Aktorkanal output2 eingeschaltet werden.

Im Unterprogramm programm3 soll über den Eingang input5 durch Drücken der Aktorkanal output3 umgeschaltet werden.









Weitere Programmierfunktionen sind über die Eingabehilfe abrufbar.

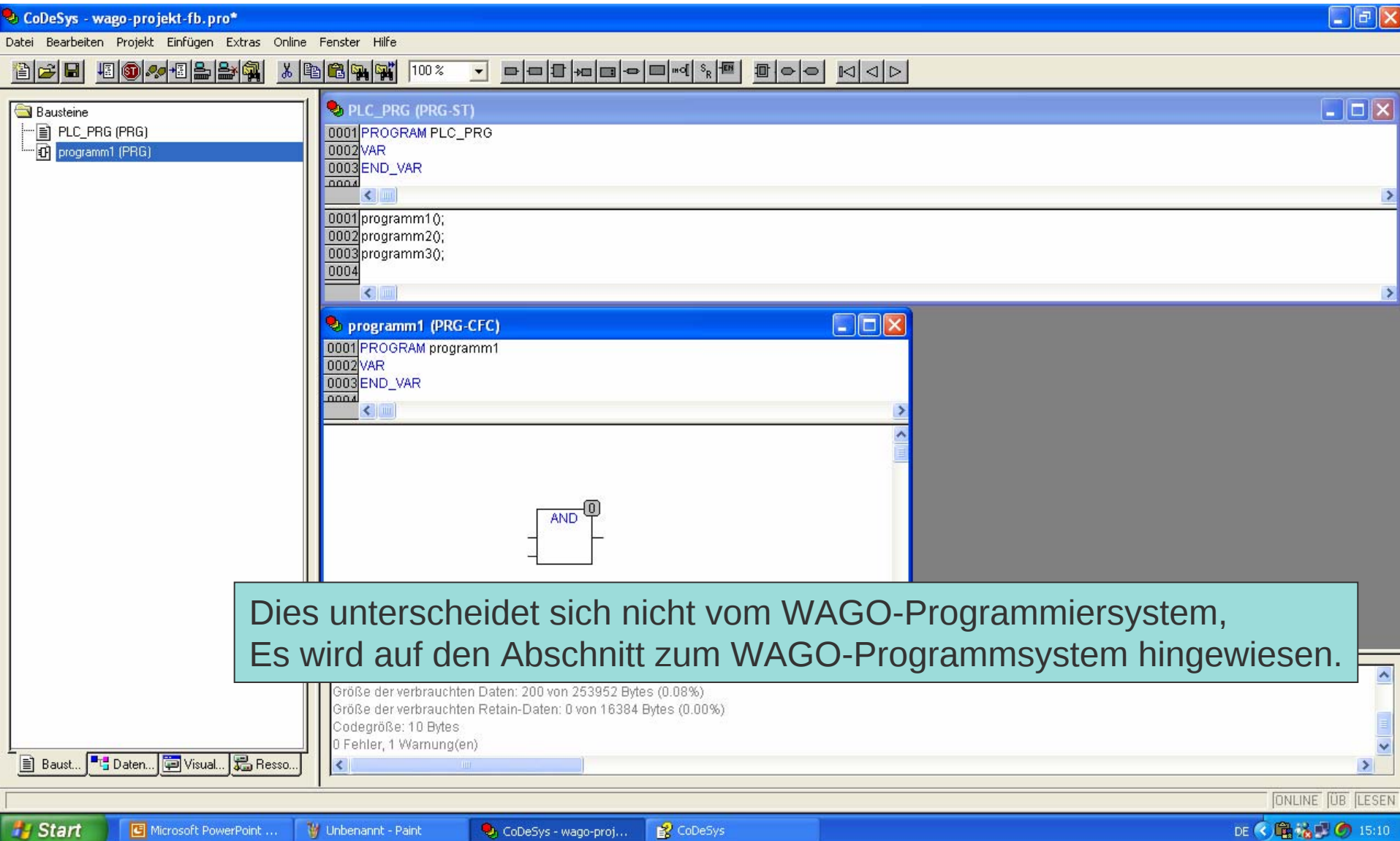
The screenshot displays the CoDeSys software environment. On the left, a project tree lists files like PLC_PRG (PRG), programm1 (PRG), programm2 (PRG), programm3 (PRG), and weiteres (PRG). The main editor shows a ladder logic program with steps 0001 to 0004. A 'Eingabehilfe' (Input Help) dialog box is open, listing various programming functions such as ST-Operatoren, Standard-Funktionen, and Variablen. The background shows the main editor with a ladder logic program and a project tree on the left.

Dies unterscheidet sich nicht vom WAGO-Programmiersystem,
Es wird auf den Abschnitt zum WAGO-Programmsystem hingewiesen.

Bausteineindizes: 50 (9%)
Größe der verbrauchten Daten: 200 von 253952 Bytes (0.08%)
Größe der verbrauchten Retain-Daten: 0 von 16384 Bytes (0.00%)
Codegröße: 10 Bytes
0 Fehler, 1 Warnung(en)

Programmiervarianten:

2. FB (Funktionsblöcke)



The screenshot displays the CoDeSys software interface for a project named "wago-projekt-fb.pro". The main window shows the "PLC_PRG (PRG-ST)" program structure, which includes a "PROGRAM PLC_PRG" block and a "VAR" block. Below this, the "programm1 (PRG-CFC)" block is visible, containing a "PROGRAM programm1" block and a "VAR" block. The ladder logic diagram shows a single "AND" block with a "0" input. The status bar at the bottom indicates the program is running, with a memory usage of 200 of 253952 Bytes (0.08%) and a code size of 10 Bytes. The taskbar shows the Start button and several open applications: Microsoft PowerPoint, Unbenannt - Paint, CoDeSys - wago-proj..., and CoDeSys.

CoDeSys - wago-projekt-fb.pro*

Datei Bearbeiten Projekt Einfügen Extras Online Fenster Hilfe

100 %

Bausteine

- PLC_PRG (PRG)
- programm1 (PRG)

PLC_PRG (PRG-ST)

```
0001 PROGRAM PLC_PRG
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
```

programm1 (PRG-CFC)

```
0001 PROGRAM programm1
0002 VAR
0003 END_VAR
0004
```

AND 0

Größe der verbrauchten Daten: 200 von 253952 Bytes (0.08%)
Größe der verbrauchten Retain-Daten: 0 von 16384 Bytes (0.00%)
Codegröße: 10 Bytes
0 Fehler, 1 Warnung(en)

Start Microsoft PowerPoint ... Unbenannt - Paint CoDeSys - wago-proj... CoDeSys

ONLINE ÜB LESEN

DE 15:10

Dies unterscheidet sich nicht vom WAGO-Programmiersystem,
Es wird auf den Abschnitt zum WAGO-Programmsystem hingewiesen.

Programmiervarianten:

3. Verwendung von libraries

Libraries werden vom Lieferanten des SPS-Systems bereitgestellt.

Die grundlegende Gebäudesystemtechnik-Library der Firma Beckhoff trägt den Namen TcBaBasic.exe und liegt in gepackter (EXE) Form vor.

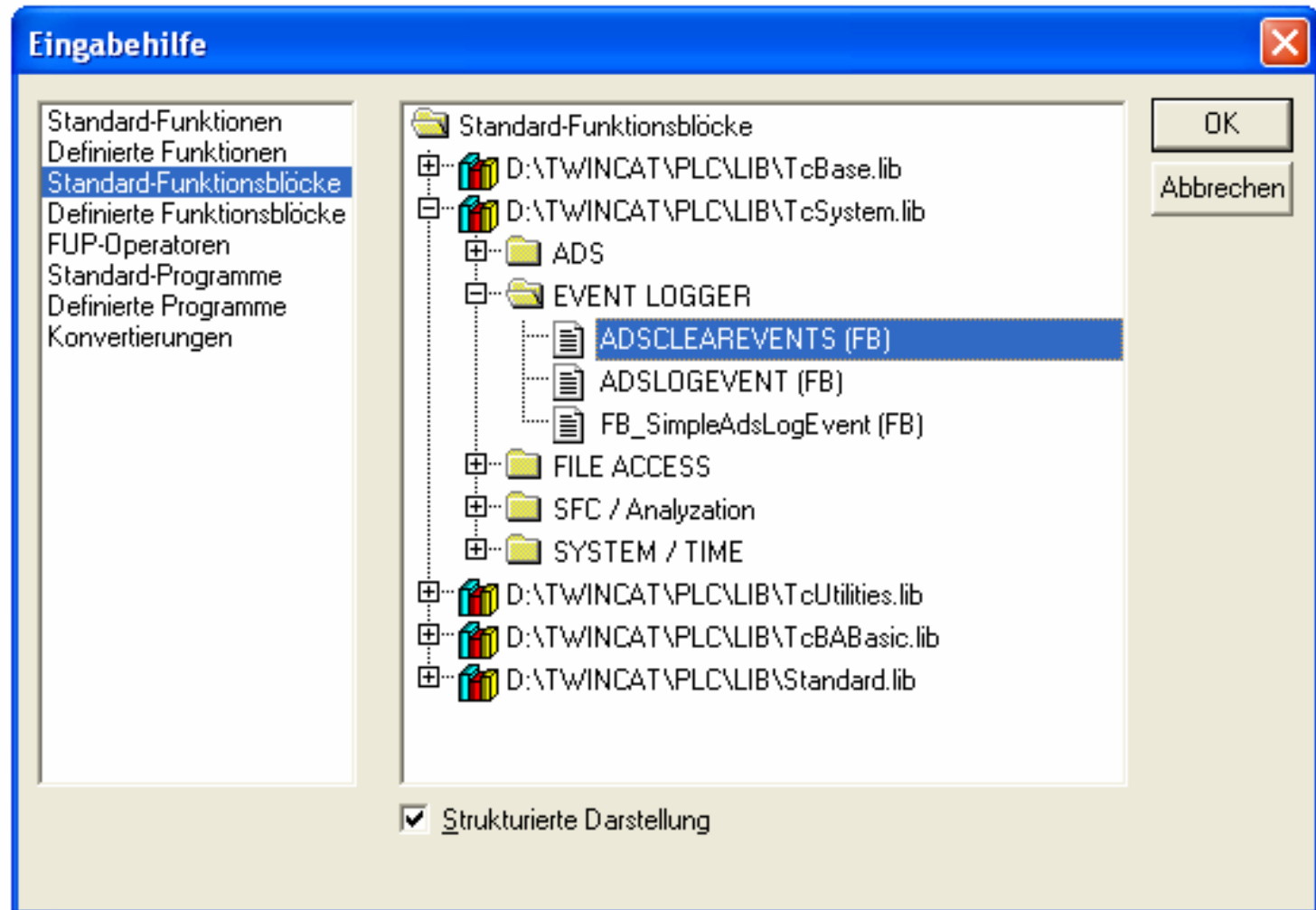
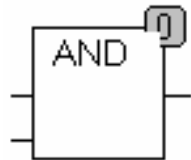
Die Datei wird in das library(lib)-Verzeichnis der Twincat-Software kopiert und dort entpackt.

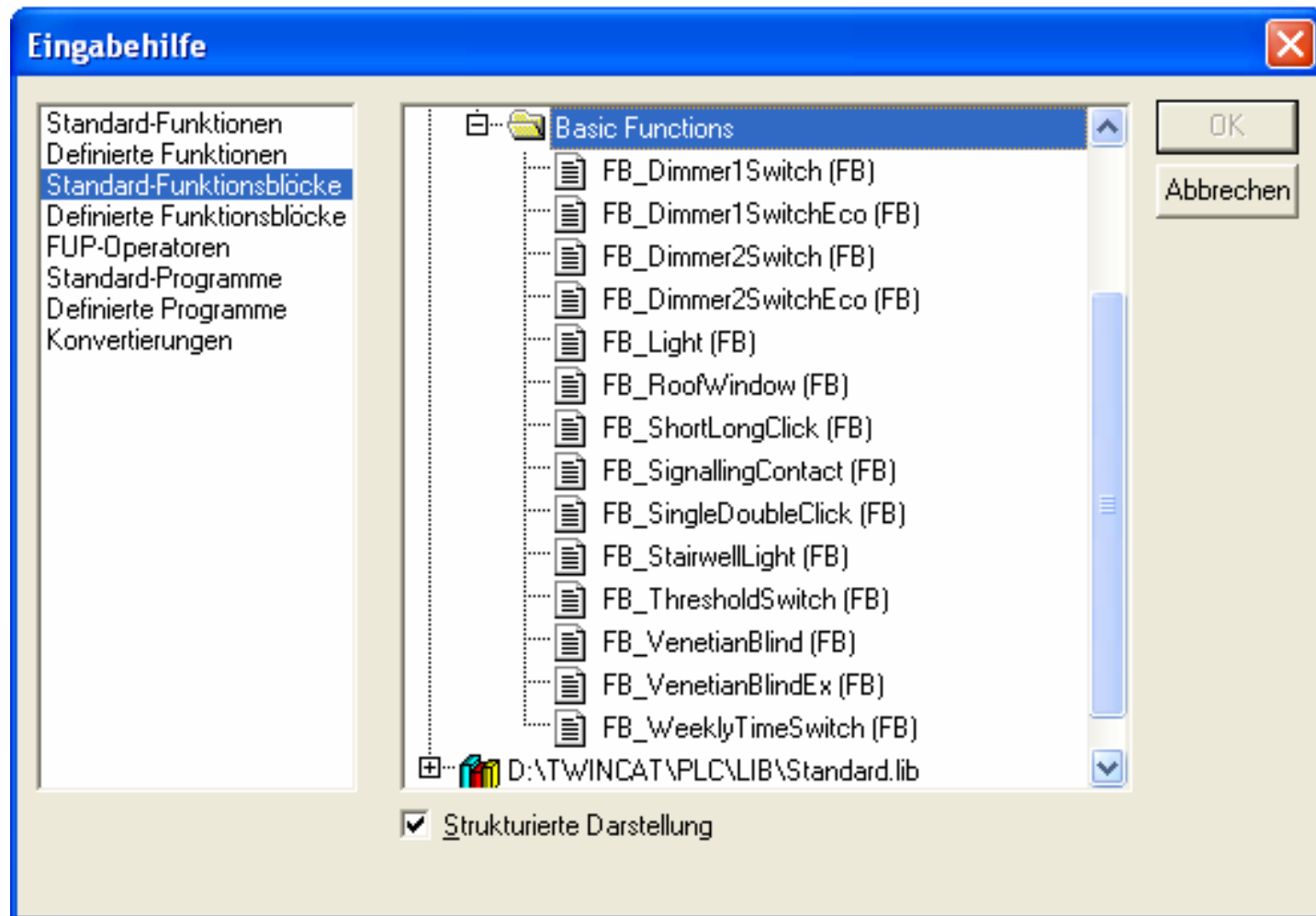


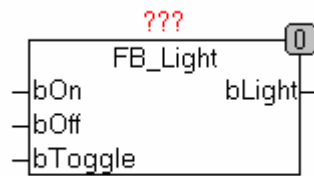
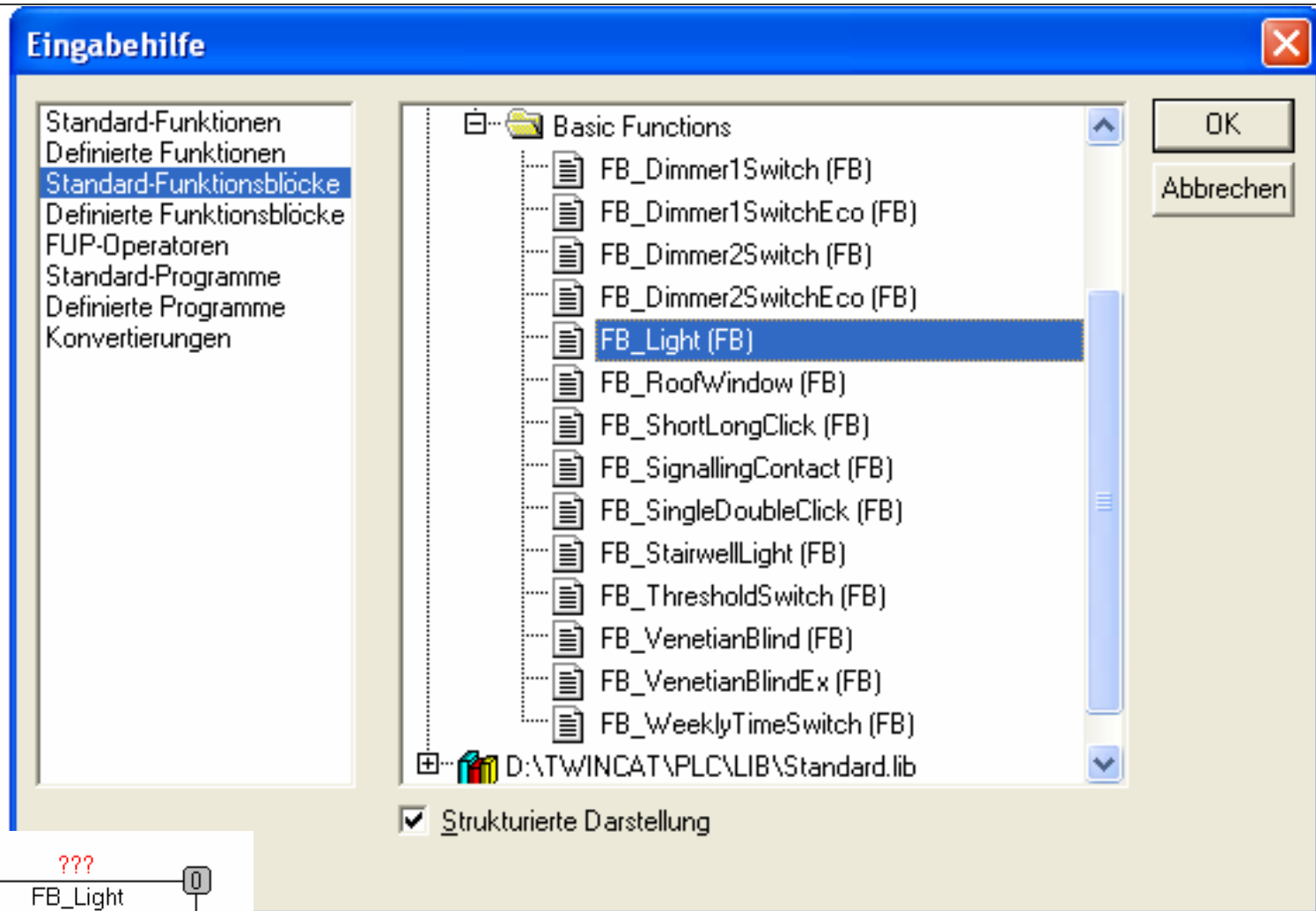
TcBaBasic.exe

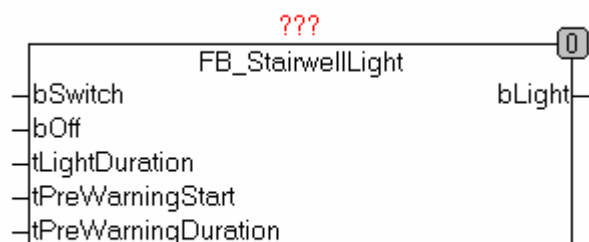
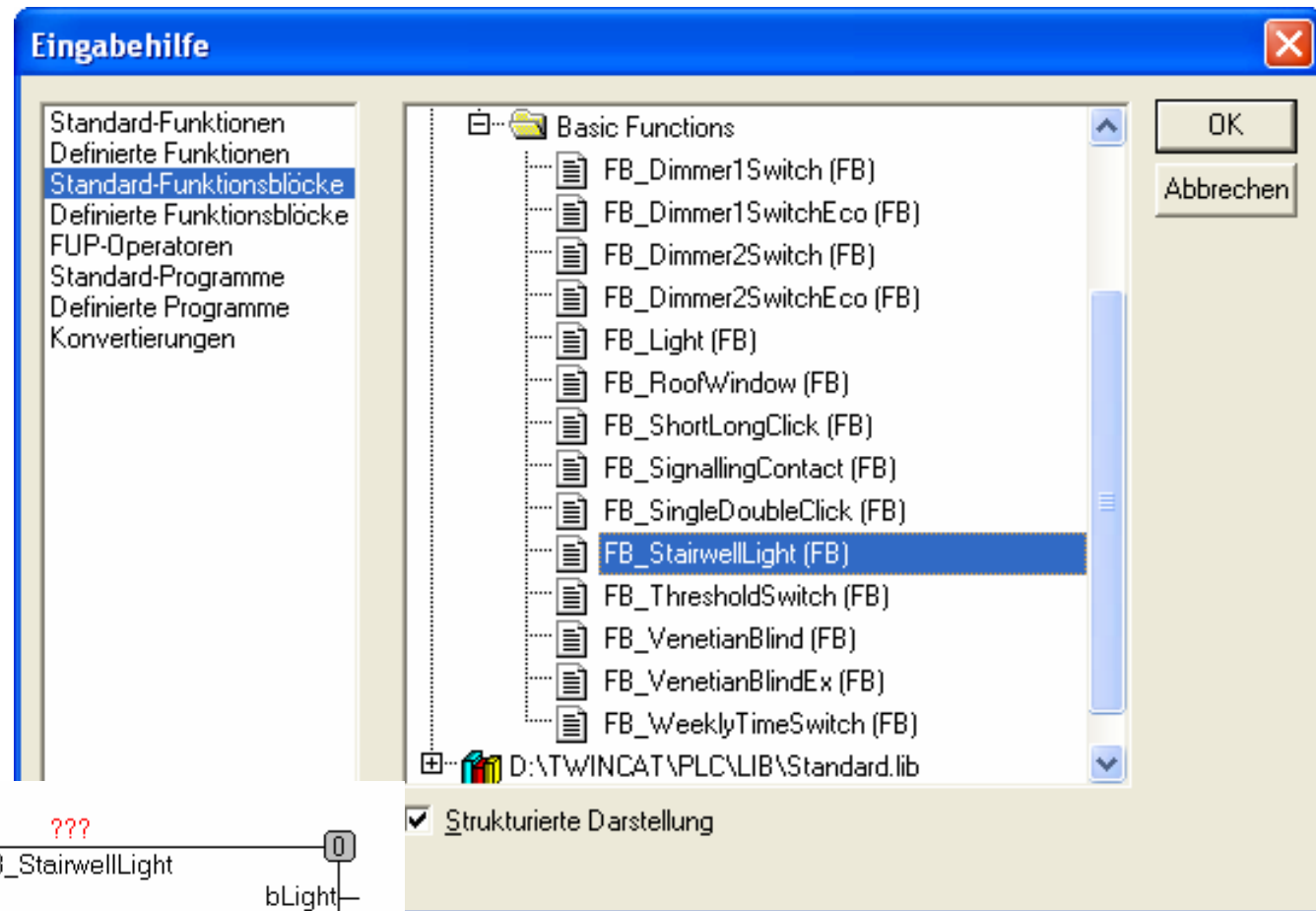
Damit wird die Datei TcBABasic.lib im gewählten Verzeichnis bereitgestellt.

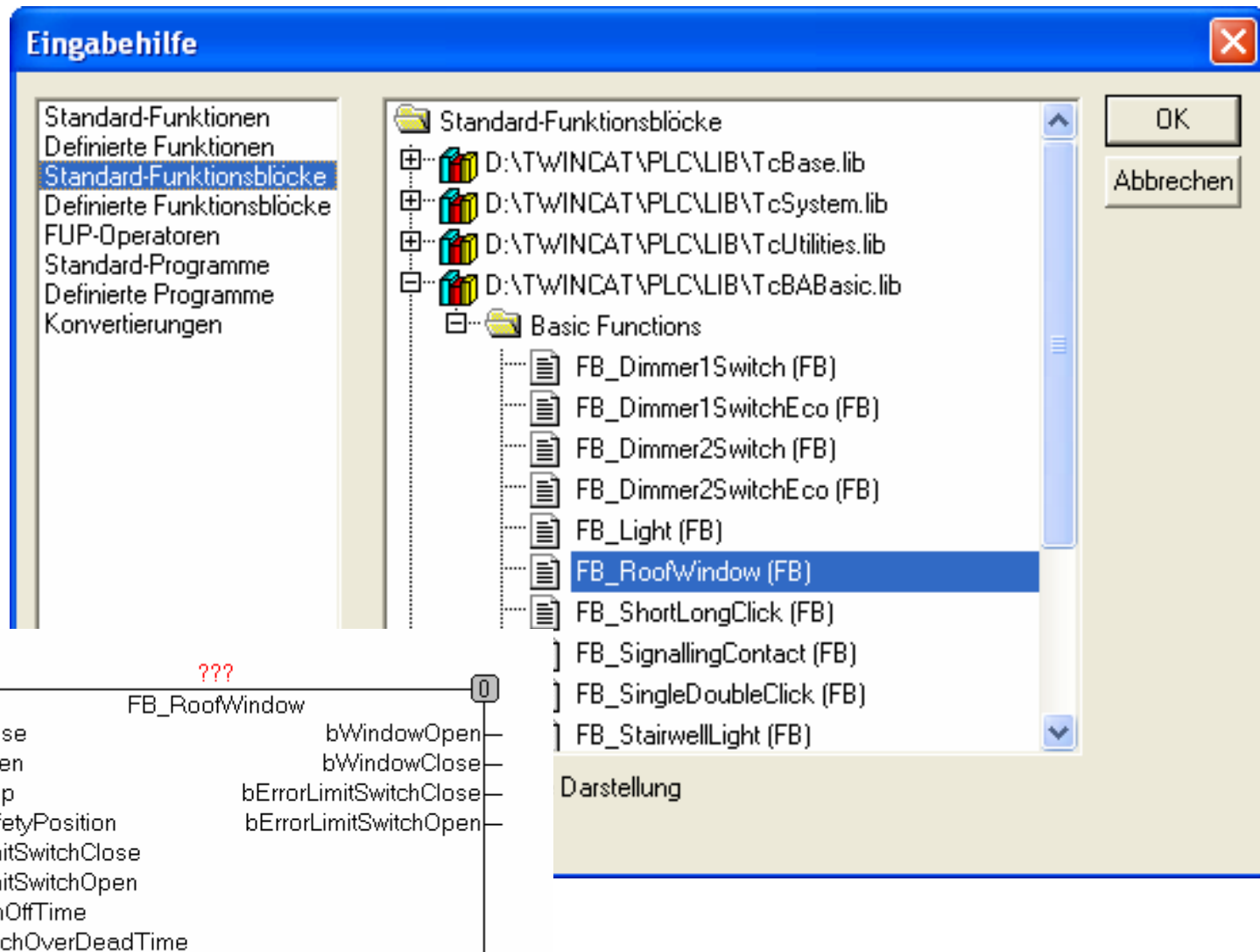
Es empfiehlt sich vor der Verwendung der Library das pdf-File ausführlichst zu lesen.





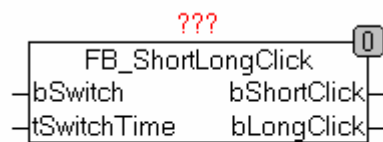
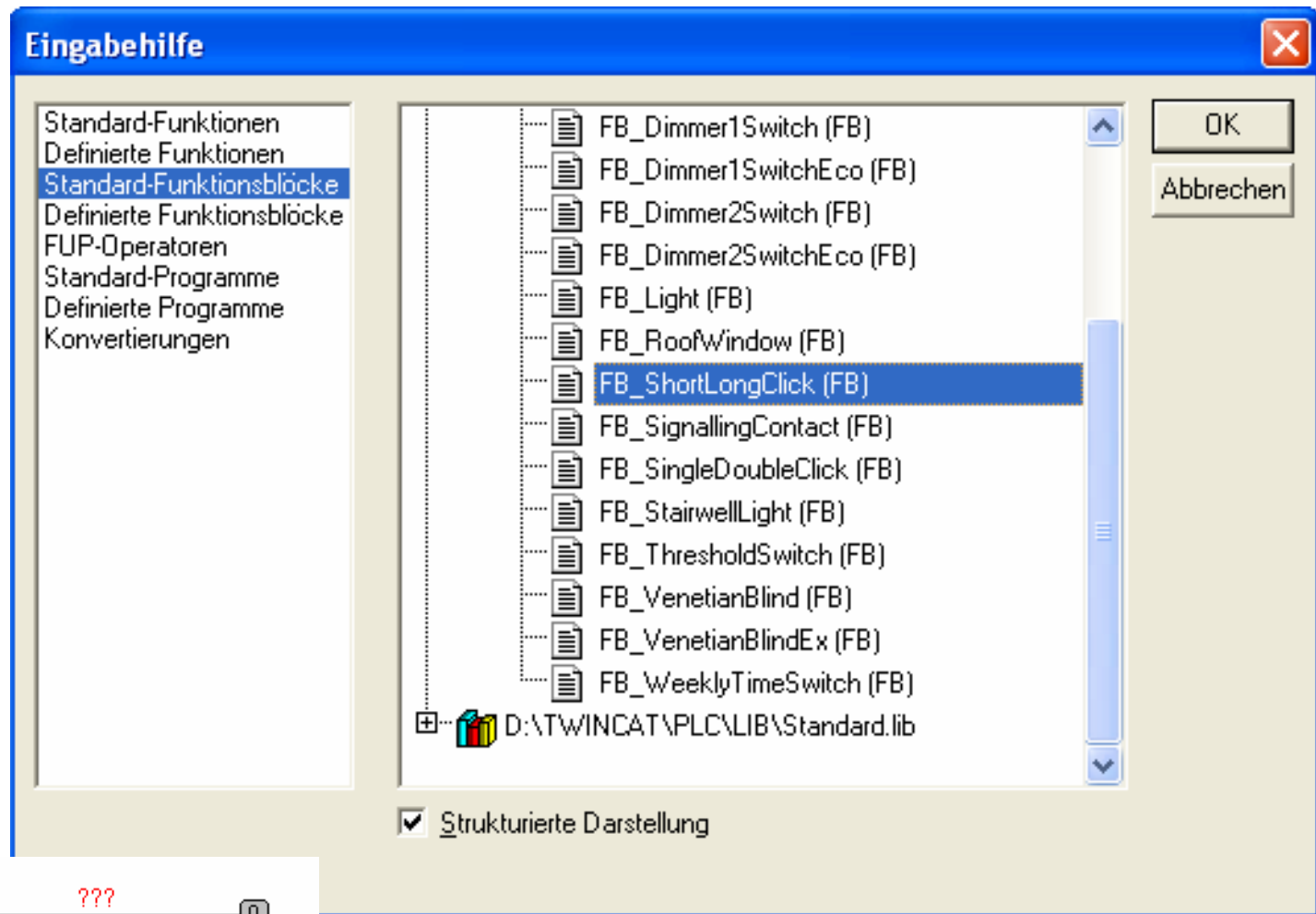


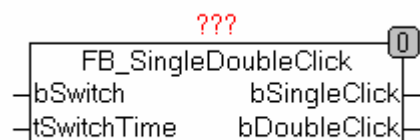
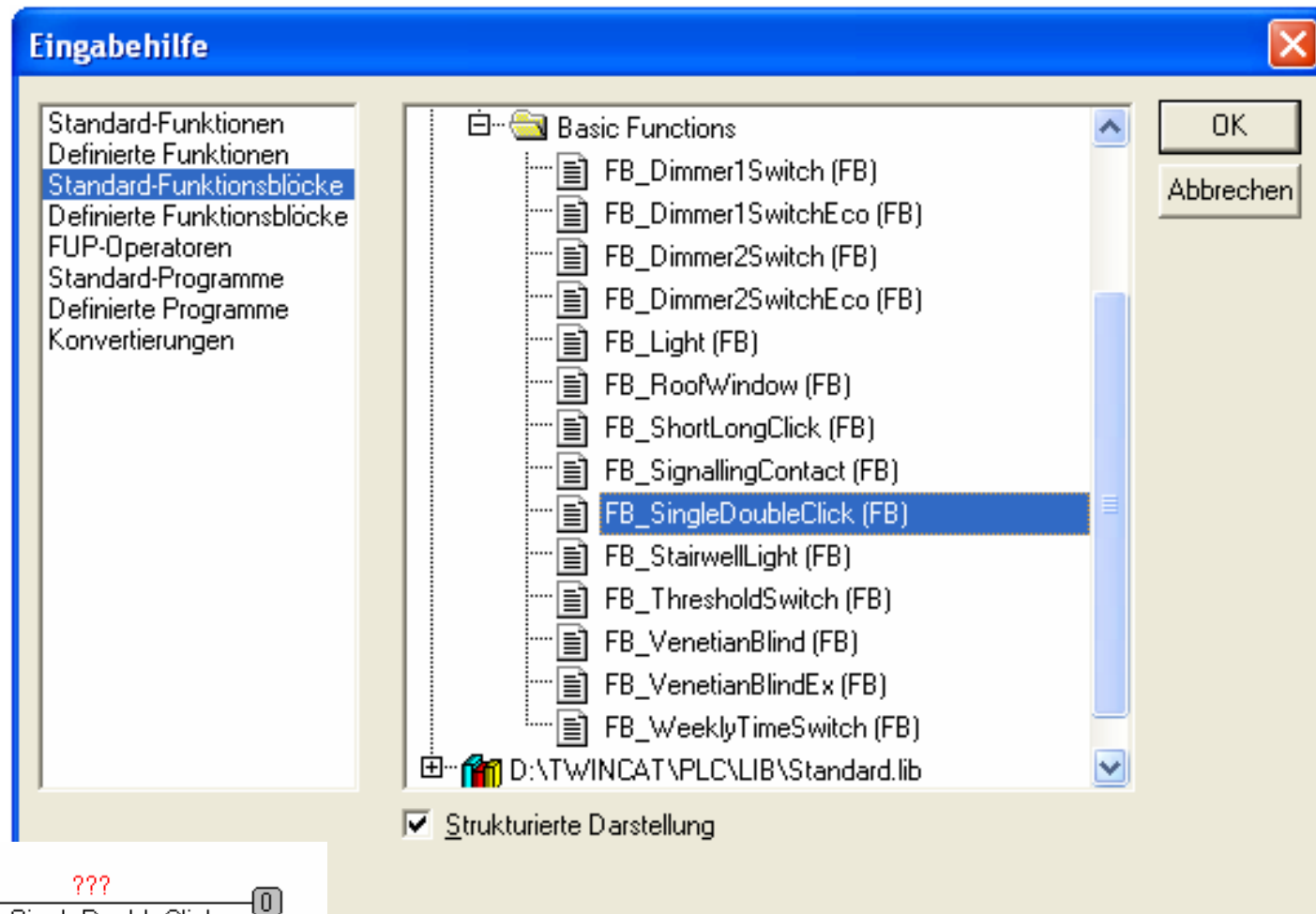


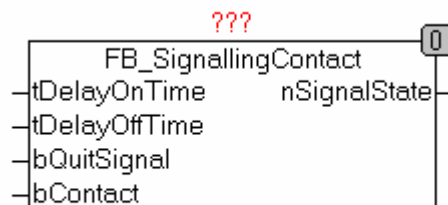
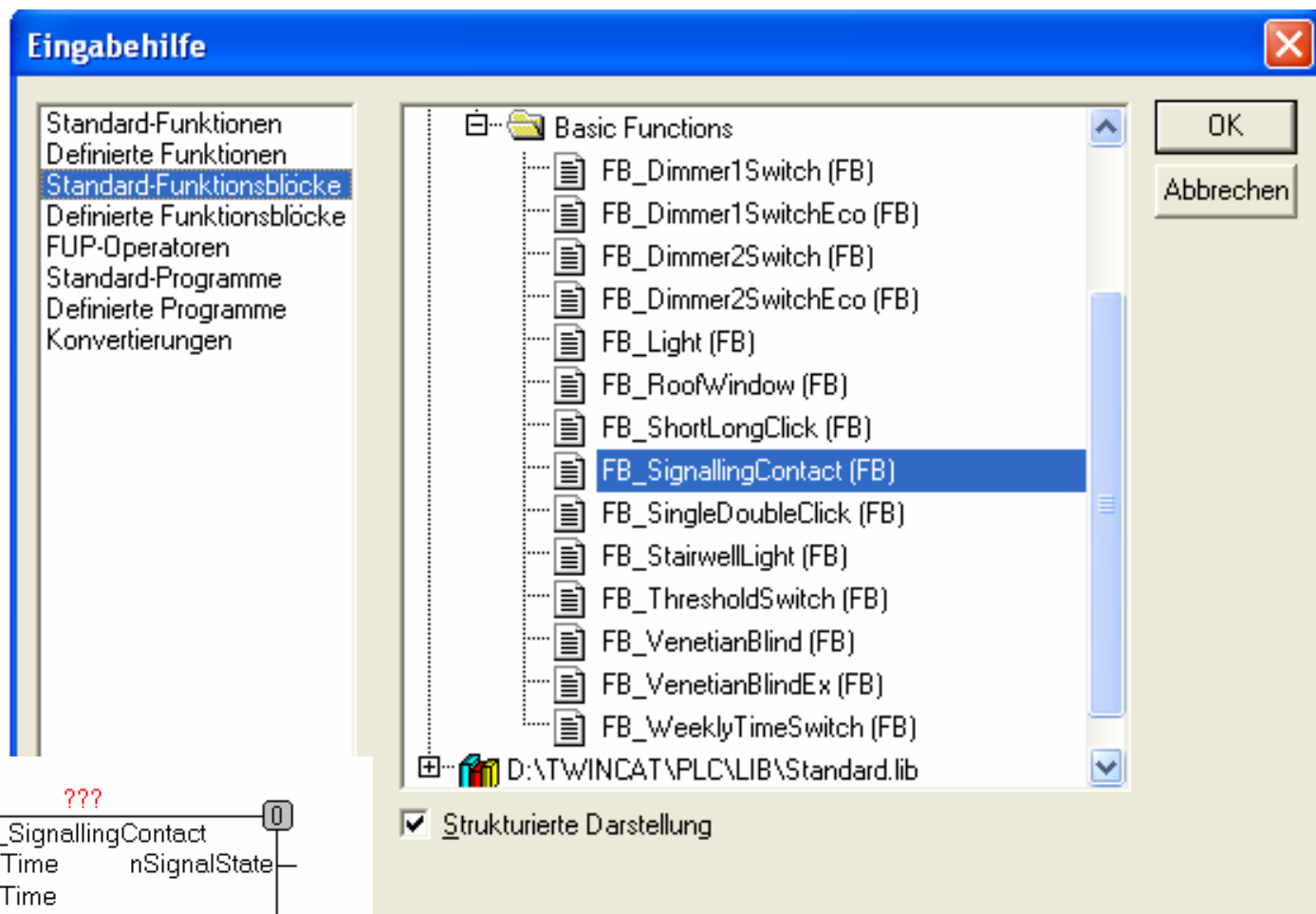


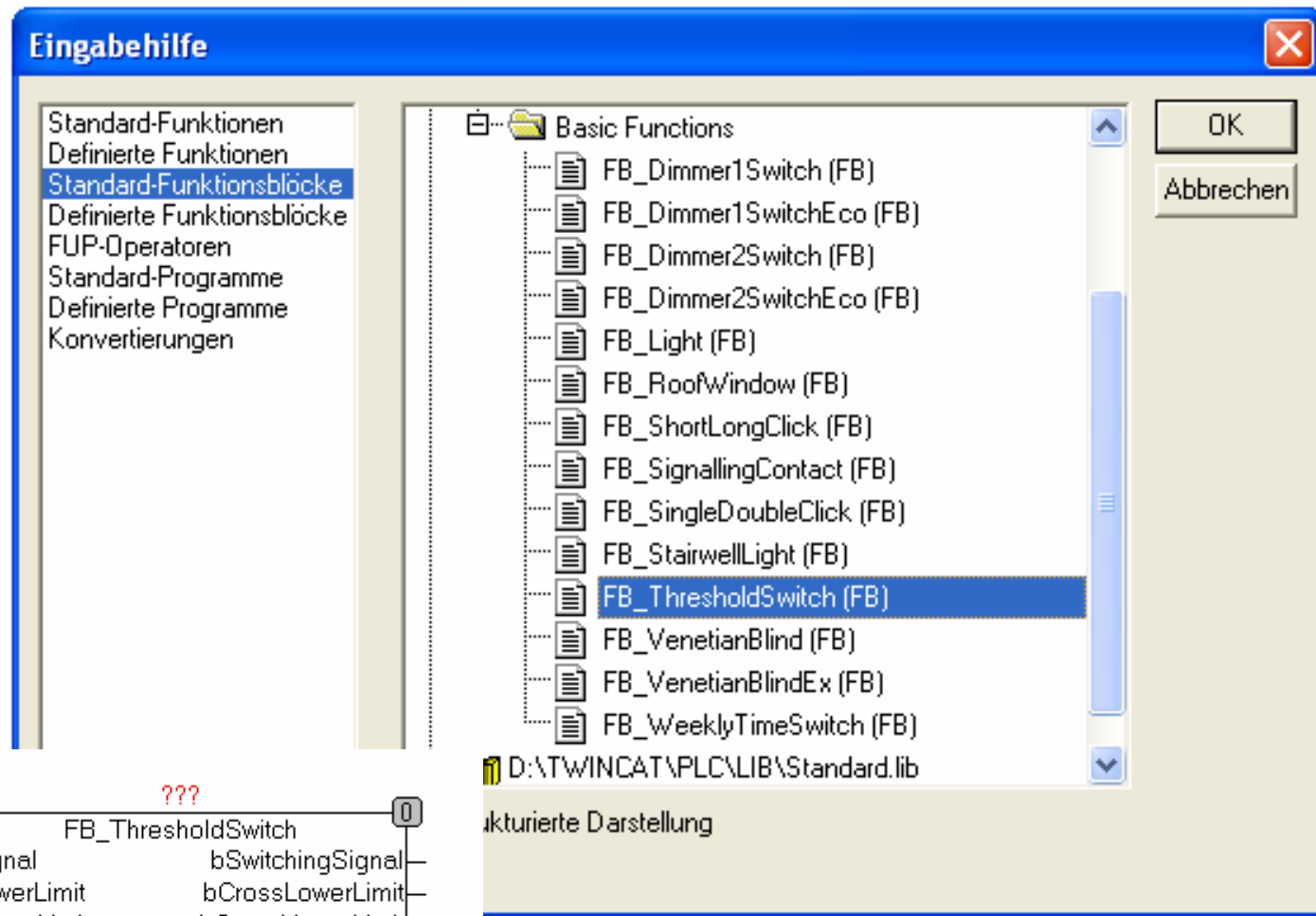
The image shows the 'Eingabehilfe' (Input Assistant) dialog box in a software environment, likely TIA Portal. The dialog box has a blue title bar and a list of categories on the left. The 'Standard-Funktionsblöcke' (Standard Function Blocks) category is selected. The main list on the right shows the file structure: D:\TWINCAT\PLC\LIB\TcUtilities.lib, D:\TWINCAT\PLC\LIB\TcBAsic.lib, and a folder named 'Basic Functions'. Inside 'Basic Functions', the 'FB_VenetianBlind (FB)' is selected and highlighted in blue. The 'OK' and 'Abbrechen' (Cancel) buttons are visible on the right.

Below the dialog box, a ladder logic diagram is shown. It features a function block call for 'FB_VenetianBlind'. The call is represented by a box with the name 'FB_VenetianBlind' and a red '???' above it. The box has several input and output terminals. On the left side, the inputs are: bUp, bDown, bStop, bSwitchOverUp, bSwitchOverDown, tSwitchOverTime, bStepUp, bStepDown, tStepTime, bShadowPosition, tShadowTurnAroundTime, tShadowTurnOffTime, bSafetyPosition, tTurnOffTime, and tSwitchOverDeadTime. On the right side, the outputs are: bBlindUp and bBlindDown. A small '0' in a circle is located next to the output terminals.









???

0

fSignal

fLowerLimit

fUpperLimit

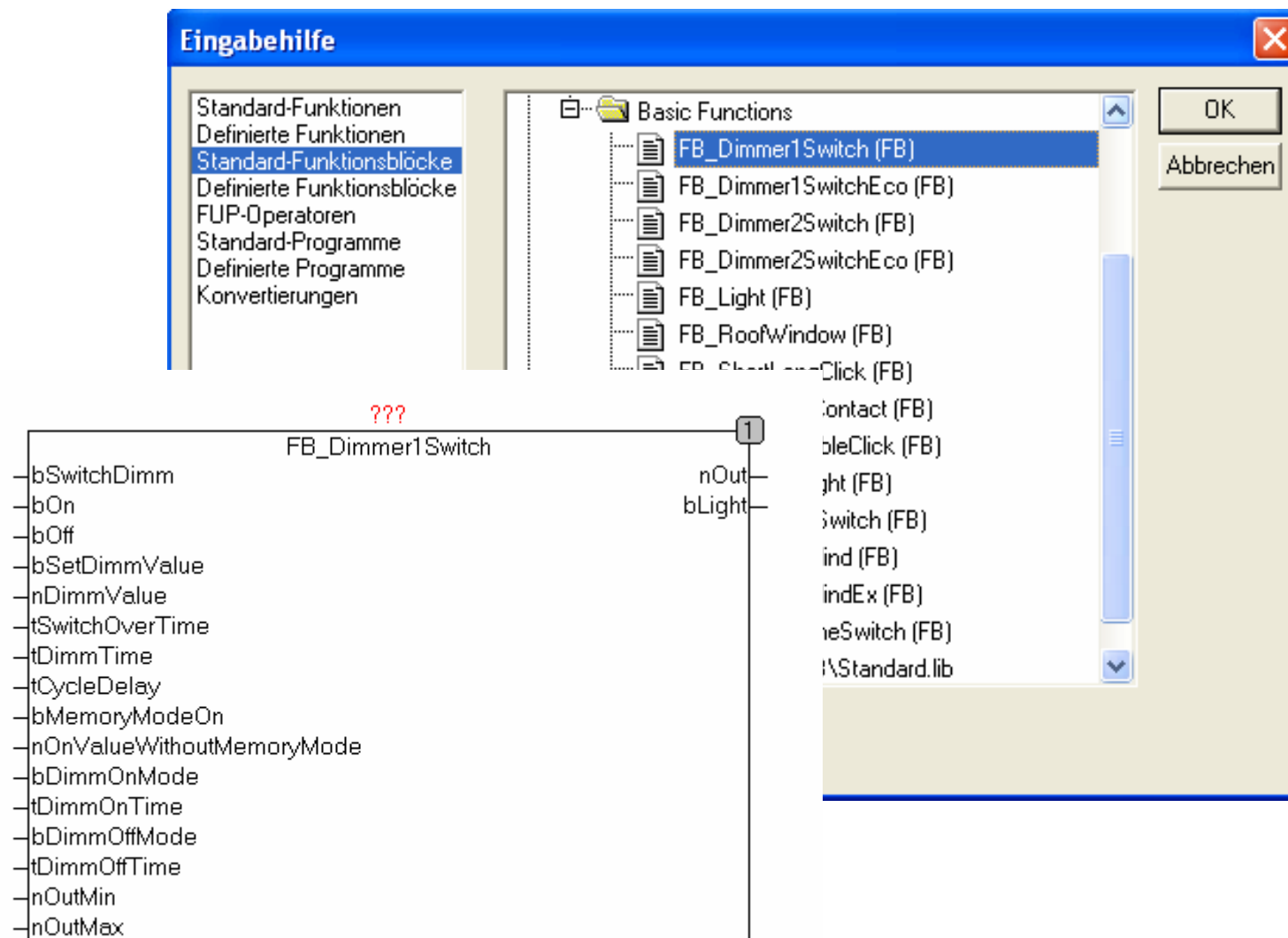
tLowerLimitDelay

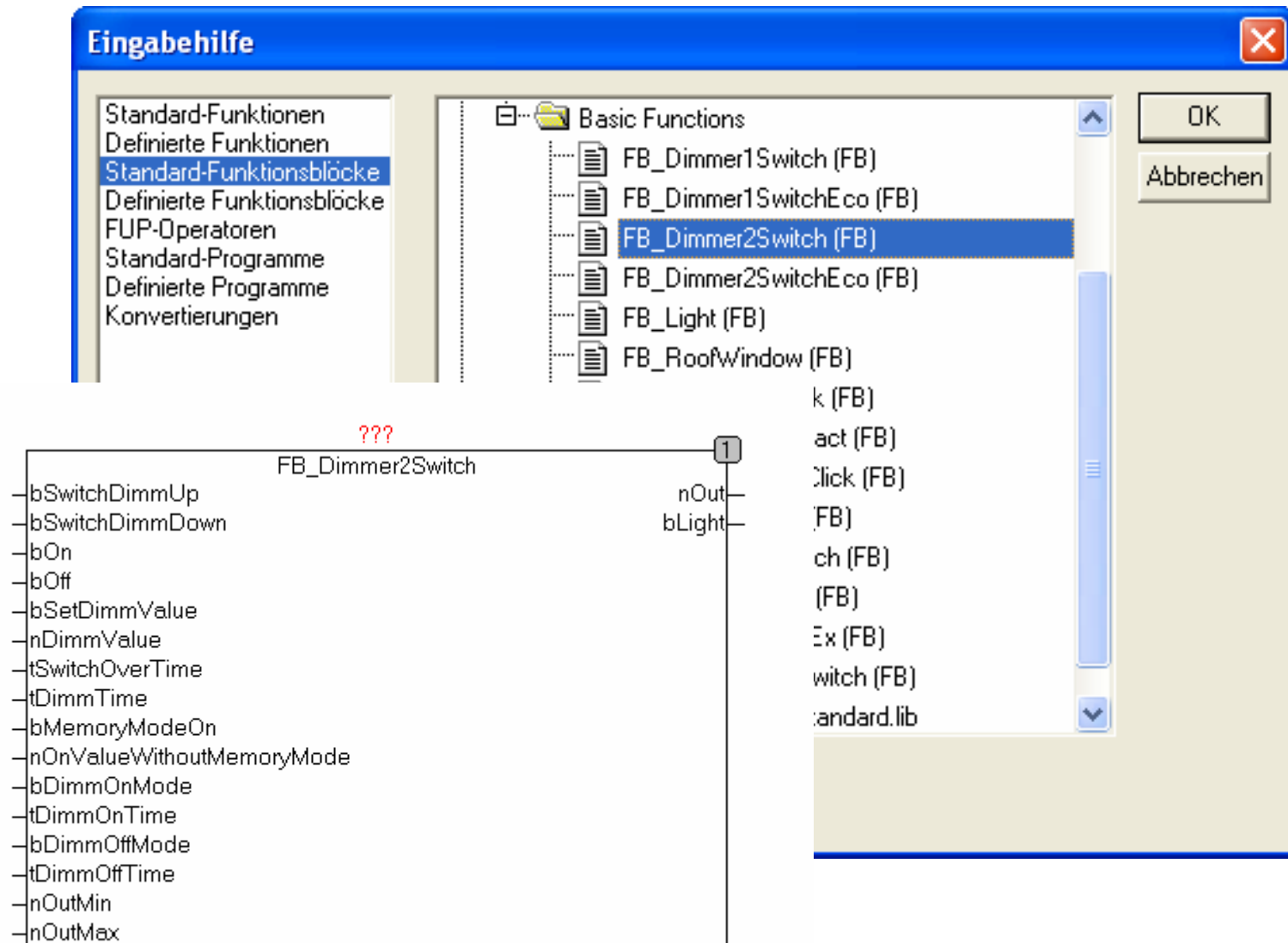
tUpperLimitDelay

bSwitchingSignal

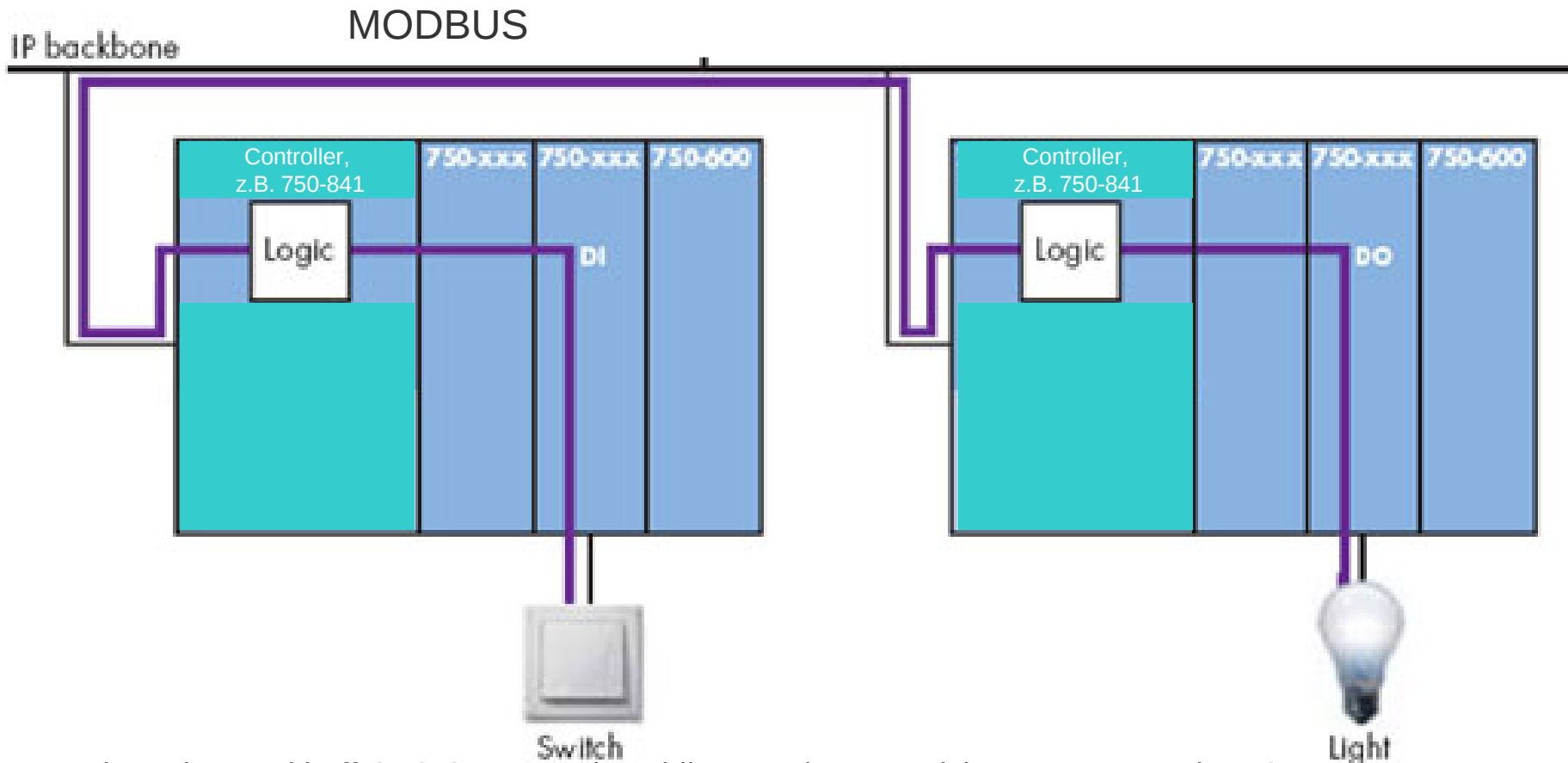
bCrossLowerLimit

bCrossUpperLimit

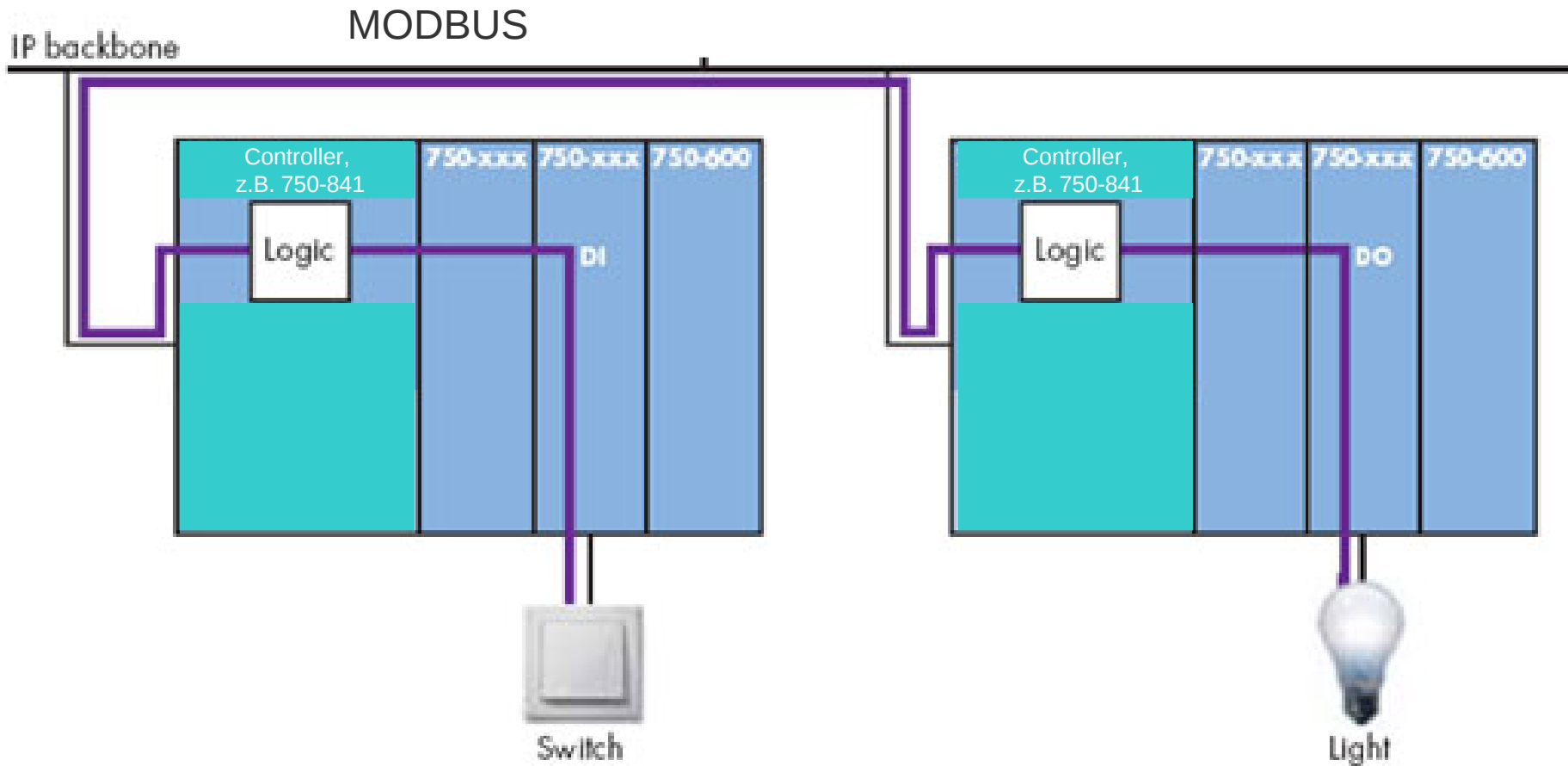




Netzwerkkonzept

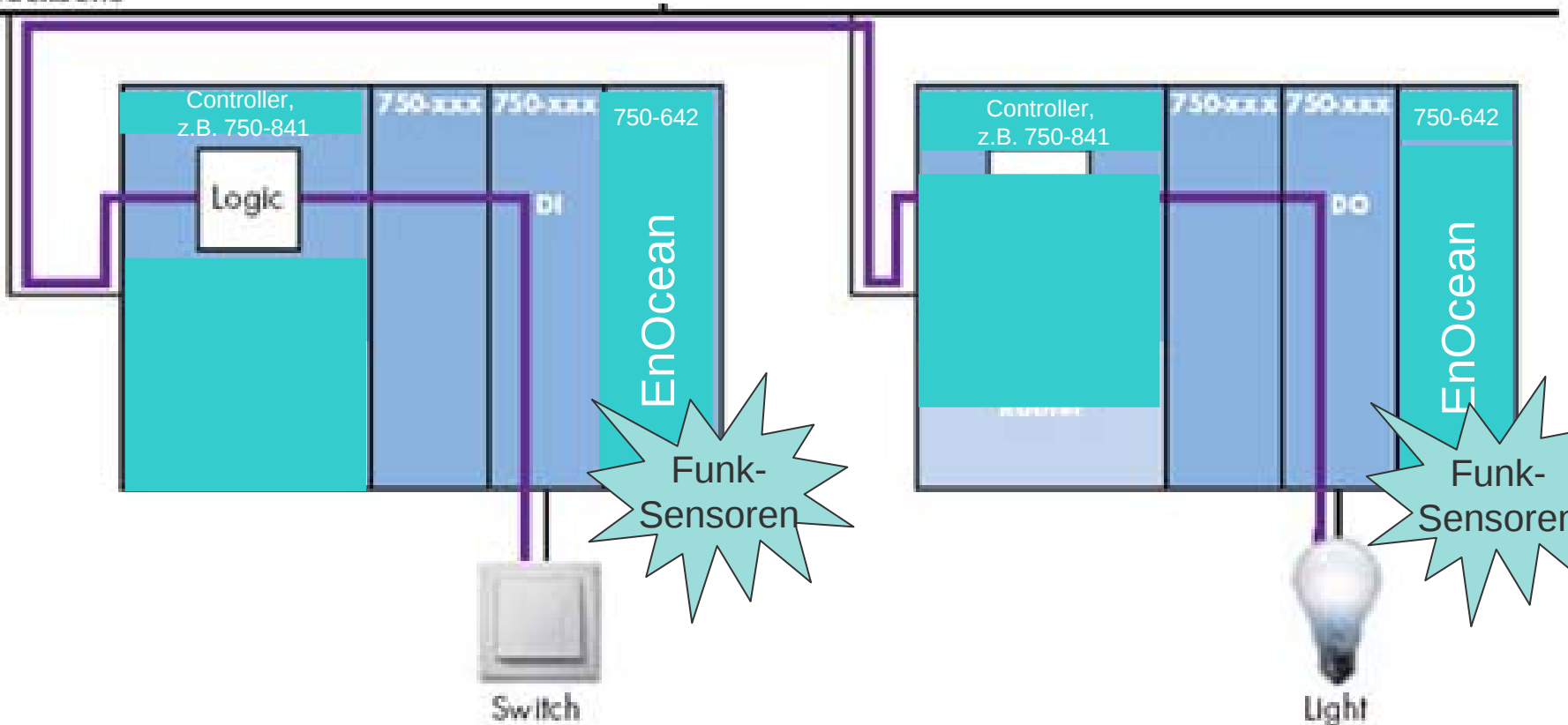


Verwendung des Beckhoff-SPS-Systems als Feldbus- und Automatisierungssystem ohne Gateway-Klemmen. An preiswerten Klemmen werden Sensor- und Aktor-Systeme (Schalter, Lampen, etc.) angeschlossen und ergeben den Feldbus. Die Automatisierung erfolgt auf dem Controller unter Verwendung von IEC 61131-3. Über den IP-Anschluß kommunizieren die Controller unter Verwendung von MODBUS und tauschen ihre Daten aus. Über den Modbus ist ein zentrales Leittechniksystem aufschaltbar. Visualisierungen sind bereits direkt auf dem Controller über WEB-Seiten möglich.



Damit ist die Möglichkeit geschaffen ein preiswertes Gebäudeautomationssystem auf der Basis eines verteilten Ethernet aufzubauen. Die Controller kommunizieren über Twisted Pair oder einen WLAN, sämtliche Sensorik und Aktorik ist drahtgebunden.

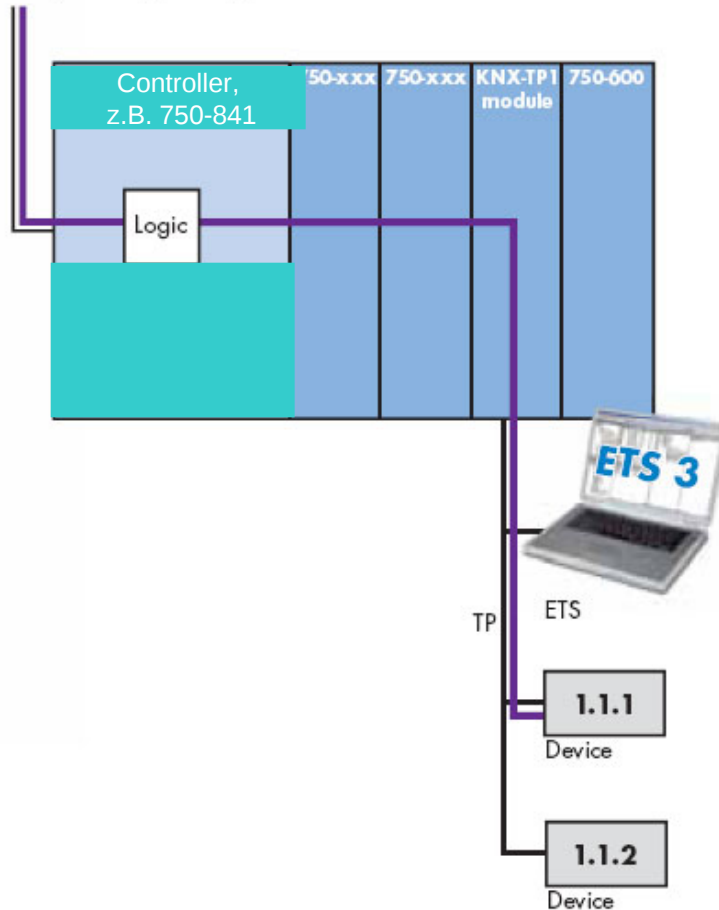
IP backbone



Das Netzwerkkonzept 1 wird um Funk-Sensorik erweitert, um flexible Raumkonzepte ohne hohen Verkabelungsaufwand zu realisieren.

Neben EnOcean stehen über das reichhaltige Schnittstellen-Portfolio auch andere Kopplungsmöglichkeiten zu anderen Gebäudebussystemen auf Basis von Klemmen oder des MODBUS über IP zur Verfügung.

Connection to fieldbus systems like
LON, BACnet, Profinet, etc.



Vernetzungs-Konzept 3

Sensoren und Aktoren des
KNX/EIB-Systems

Das Netzwerkkonzept wird um EIB/KNX-Sensorik und –Aktorik erweitert, um zum einen auf die Möglichkeiten eines dezentralen Gebäudebussystems zurückzugreifen, zum anderen auf einfache Art und Weise Automatisierung von Feldbusgeräten des EIB/KNX zu ermöglichen, aber auch den Anforderungen des Kunden nach „schönen“ Raumbediengeräten, wie z.B. Raumbediengeräten zu entsprechen.

Vernetzungs-Konzept 3



Der Beckhoff-Controller arbeitet als SPS-Automatisierungssystem und kommuniziert über den Ethernet-Backbone mit MODBUS.

KNX/EIB-Klemmen werden zur Einbindung eines EIB-Systems eingesetzt.