

1.1 Umsetzung eines Smart Homes mit WAGO 750

Das WAGO-Demonstrationsmodell verfügt über eine komplexe Gebäudeautomation mit vollständiger Energiemanagement-Implementation. Auf der Basis von Limit-Vorgaben werden Sollwerte der Heizungen angepaßt und Verbraucher lastgesteuert abgeschaltet. Auf der Basis sämtlicher Ver- und Entsorgungstarife werden die aktuellen und kalkulierten Ver- und Entsorgungsdaten in kWh oder Euro ermittelt und zur Anzeige gebracht. Neben der visuellen Darstellung werden die Daten für das Lastmanagement genutzt. Anhand vorgegebener Limits werden aktuelle Leistungen, Verbräuche und aktuelle Kosten hinsichtlich deren Ausnutzungsgrad ständig als Tankuhr visualisiert.

Die Leistungs-, Verbrauchs- und Kostenübersicht wird sowohl stromkreisbasiert, raumbasiert, für Elektroverbraucher, Heizungen und das gesamte Haus aufbereitet und zahlenmäßig oder als Trendkurve zur Anzeige gebracht.

Das Demonstrationsmodell wurde auf den Messen Baumesse NRW und Light&Building 2010 vorgeführt und ständig weiterentwickelt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..1 Demonstrationsmodell WAGO 750 auf der Baumesse NRW 2010

Das Demonstrationsmodell wird über integrierte und extern angebrachte konventionelle Schalt- und Tastelemente bedient.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..2 Ansicht des Demonstrationsmodells mit externen Bedienelementen

Die insgesamt 5 Räume des Demonstrationsmodells verfügen über eine umfangreiche Sensorik, mit der über Thermoelemente auch Temperaturen und über Fensterkontakte Fenster- und Türzustände erfaßt werden, und Aktorik, über die Leuchtmittel, Geräte und Heizungen angesteuert werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..3 Seitenansicht des Demonstrationsmodells

Die umfangreiche Sensorik und Aktorik ist über Leitungen mit der zentralen Steuerung, einer WAGO 750, verbunden. Die Abbildung zeigt die Prototypeninstallation vor der endgültigen Verkabelung des Systems über Systemstecker.

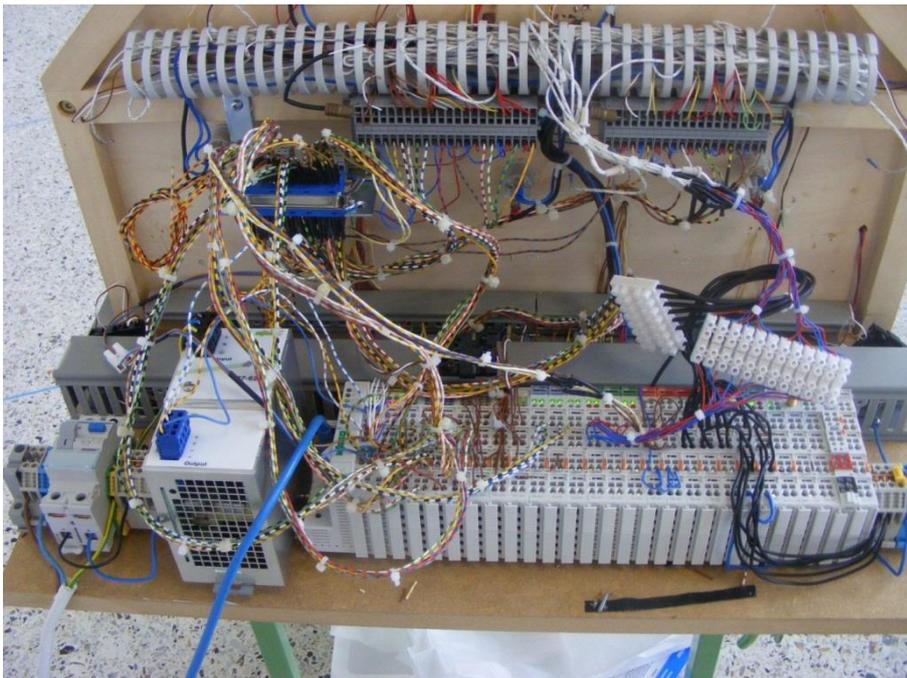


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..4 Hardwareansicht mit

Verbindungen zum Demonstrationsmodell

Die gesamte Hardware besteht aus dem WAGO-Controller 750-849 mit aufwändigem Klemmenbus zur Ansteuerung der I/O.

1.1.1 Hardware

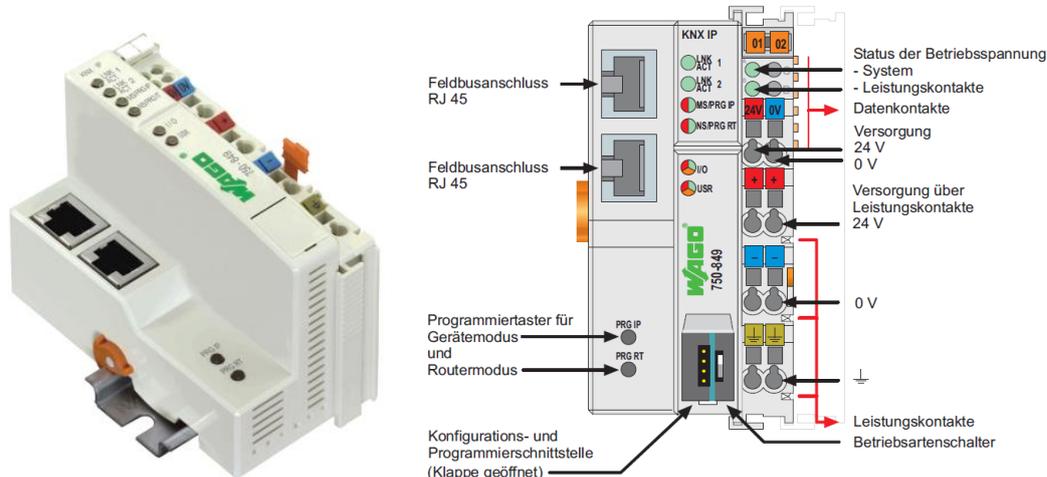


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..5 KNX IP Controller 750-849

Der KNX-IP Controller ist ein programmierbarer Feldbuscontroller. Als 2-Port Ethernet Switch verfügt er über zwei RJ45-Buchsen und kann direkt mit einem IP-Netzwerk verbunden werden. Für die Programmierung stehen dem Controller 512 KB Programmspeicher, 256 KB Datenspeicher und 24 KB Retain-Speicher zu Verfügung. Die Konfigurationsschnittstelle befindet sich hinter einer Abdeckklappe. Über diese Konfigurationsschnittstelle kann der Controller über ein spezielles Kabel direkt über eine serielle Schnittstelle (z.B. USB, RS-232) mit einem Computer verbunden werden.

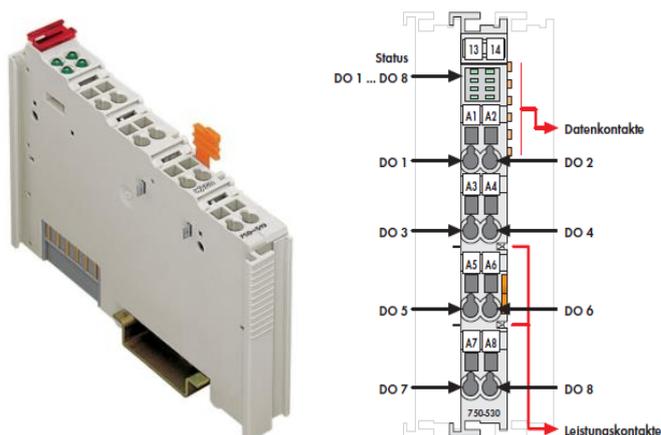


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..6 8-Kanal Digital Ausgangsklemme 750-530

Die 8-Kanal Digital-Ausgangsklemme überträgt digitale Ausgangssignale vom Controller direkt an den angeschlossenen Aktor. Die Ausgänge der Klemme sind high aktiv, was bedeutet, daß das Steuergerät bei logischer „EINS“ (High Pegel) ein Potenzial von 24 V am jeweiligen Ausgang gegenüber Masse anlegt. Dieses Potential wird intern über die Leistungskontakte einer vorgeschalteten Einspeiseklemme eingespeist. Die Status-LED am oberen Ende der Klemme gibt an, welche Ausgänge sich gegen-

wärtig auf einem High Potential befinden. Aufgrund der geringen Belastbarkeit der Ausgänge und der in der Industrie üblichen Spannung muß ein Leistungsrelais nachgeschaltet werden.

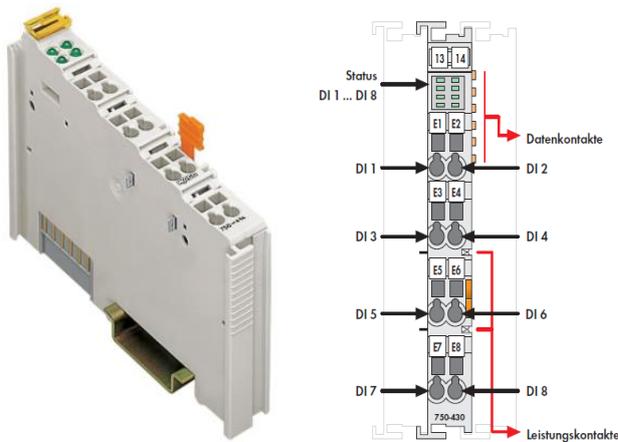


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..7 8-Kanal Digital Eingangsklemme 750-430

Die 8-Kanal Digital Eingangsklemme nimmt Spannungspotenziale von Sensoren oder Tastern am jeweiligen Eingang auf und gibt diese als binäre Steuersignale an den Controller weiter. Der Eingangspegel der Signalspannung muss dabei -3 V bis +5 V DC für eine logische „NULL“ und 15 V bis 30 V DC für eine logische „EINS“ betragen. Zur Störsicherheit ist jedem der acht Eingänge ein zusätzlicher RC-Filter mit einer Zeitkonstante von 3 ms vorgeschaltet. Die Status-LED am oberen Ende der Klemme gibt an, welchen Zustand der jeweilige Eingang gegenwärtig besitzt.

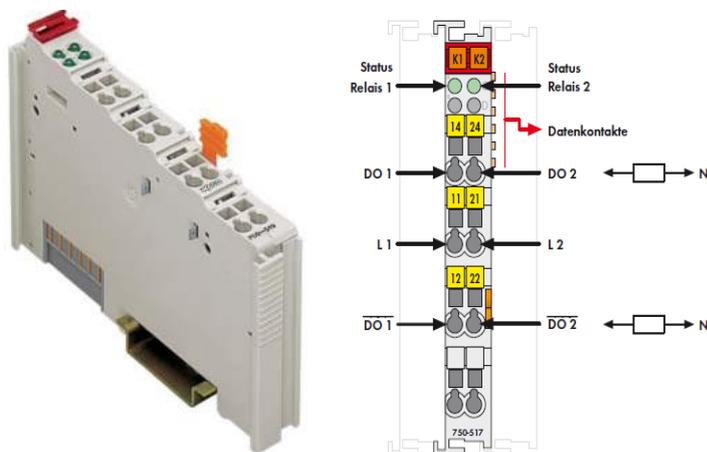


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..8 2-Kanal Relaisausgangsklemme 750-517

Die 2-Kanal Relaisausgangsklemme verfügt über zwei separate Relais, welche über die Steuersignale des Automatisierungsgerätes angesteuert werden. An den beiden Relaiskontakten L1 und L2 kann jeweils ein externes Gerät mit anderen Spannungspotenzialen direkt angeschlossen werden. Die beiden Ausgangskanäle sind galvanisch voneinander getrennt. Somit können an den beiden Wechslern unterschiedliche Potenziale angeschlossen werden. Befindet sich das Relais in Ruhestellung, so sind die Kontakte L1 und L2 auf die beiden unteren Ausgangskanäle D0 und D1 geschaltet. Sind die Kontakte L1 und L2 auf D0 und D1 geschaltet, so leuchtet die Status-LED auf. Die Strombelastbarkeit ist mit 1 A bei Wechselstrom sehr gering.

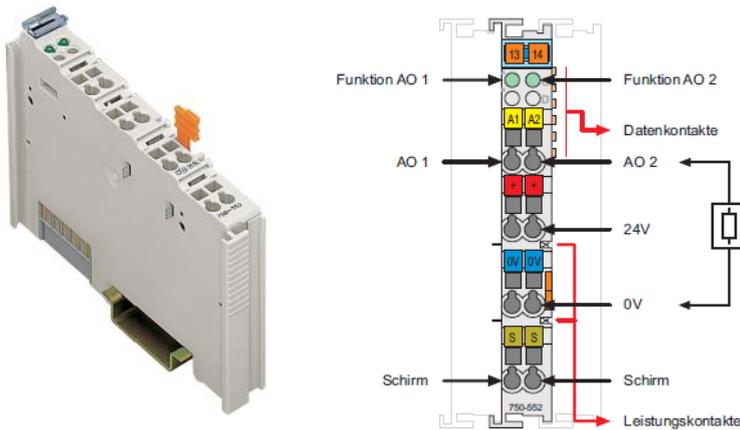


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..9 2-Kanal Analog Ausgangsklemme 0-20 mA 750-552

Die 2-Kanal Analog-Ausgangsklemme erzeugt über einen A/D-Wandler aus Signalen mit einer Auflösung von 12 Bit gesteuerte Ströme von 0-20 mA am Ausgang. Beide Ausgangskanäle sind galvanisch voneinander getrennt. Die Klemme erhält ihre Spannungsversorgung von 24 V über die vorgeschaltete Busklemme oder über eine Einspeiseklemme.

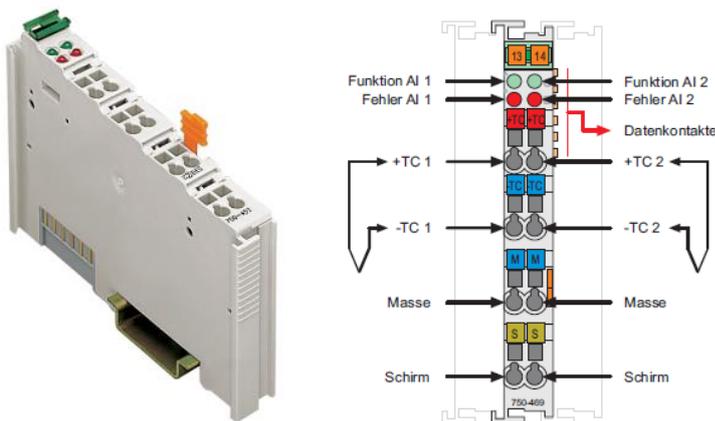


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..10 2-Kanal Analog Eingangsklemme für Thermoelemente vom Typ K 750-469

Die Analog-Eingangsklemme für Thermoelemente misst Spannungswerte und wandelt diese in Temperaturwerte um. Zur Umrechnung und Linearisierung der Spannungswerte verfügt die Klemme über einen eigenen Mikroprozessor. Die Klemme hat zwei Eingangskanäle und kann daher die Daten von zwei Thermoelementen separat aufnehmen. Die Feld- und Systemebene sind galvanisch voneinander getrennt. Zudem verfügt die Klemme pro Kanal über zwei Status-LEDs. Die grüne LED signalisiert die Betriebsbereitschaft, sowie die störungsfreie Kommunikation der Kanäle. Die rote LED signalisiert eine Unterbrechung der Sensorleitung oder die Überschreitung des zulässigen Messbereiches. Die Temperaturwerte werden in einem Datenwort mit 16 Bit ausgewertet und verfügbar gemacht, ein Digit entspricht dabei $0,1^{\circ}\text{C}$. Bei einer Temperatur von 0°C entspricht demnach der Zahlenwert $0x0000$ (dez. 0) und eine Temperatur von 50°C $0x0032$ (dez. 500). Um die korrekte Temperatur später im Programm zu erhalten, muss dieser Wert mit 0,1 multipliziert werden.

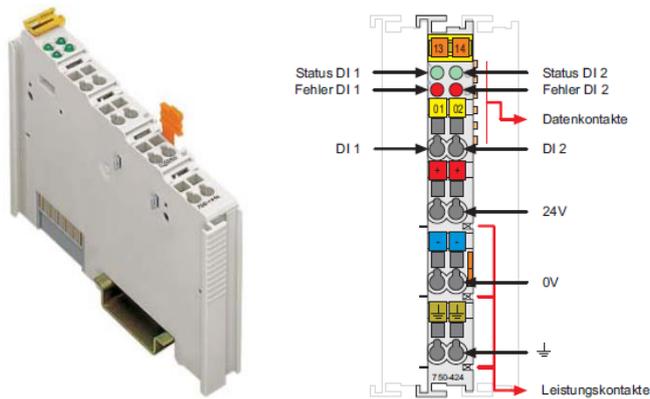


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..11 2 DI DC 24 V, Einbruchsmeldung 750-424

Die Einbruchsmeldungs-Klemme verfügt über zwei digitale Eingangskanäle und kann Meldekontakte, wie z.B. Fensterkontakte über Meldelinien überwachen. Es können zwei Meldekontakte in 2-Leiter-Technik an die Klemme angeschlossen werden. Die grüne Status-LED signalisiert den Schaltzustand der Meldekontakte. Die zusätzliche rote Status-LED meldet einen Kurzschluss oder einen Drahtbruch. Damit können auch Manipulationen an den Meldeeinrichtungen detektiert werden.

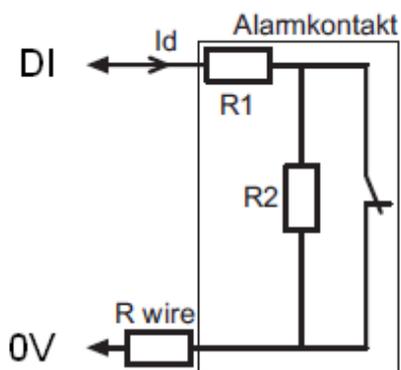


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..12 Aufbau von Meldelinien mit Kontakten

Der EnOcean-Funk-Empfänger nimmt Funksignale auf und gibt diese an den Klemmenbus weiter. EnOcean stellt verschiedene Funksensoren her, welche größtenteils über Anwendung des Energy Harvesting verfügen. Die Sensoren arbeiten daher ohne zusätzliche Stromversorgung und benötigen keine Batterien oder ähnliches. Verfügbar sind Taster, Raumthermostate und andere Sensorik, die über spezielle Programmierertools ausgewertet werden können. Die Klemme wurde bereits im Rahmen der Vorstellung des WAGO 750-Systems vorgestellt. Im System verwendet wurden 2-Wippen-EnOcean-Taster und Thermokon-Raumthermostate.

Zur Implementierung des 4-fach-Tasters steht ein Funktionsblock „FbButton_4_Channel“ in der Bibliothek „EnOcean04_d_lib“ zur Verfügung.

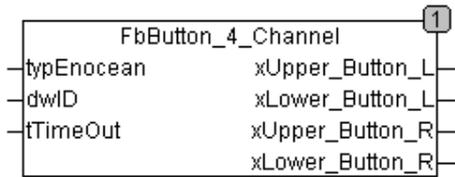


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..13 Auswertung des EnOcean-Tasters



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..14 Thermokon Raumtemperatursteller SR04

Der Temperatursensor SR04 nimmt Ist-Temperaturwerte auf und verfügt zusätzlich über ein Drehpotentiometer, über das Sollwerte bezogen auf einen vorgebbaren Basiswert eingestellt werden können, sowie eine Präsenztaste.

Für den Temperatursensor steht ebenfalls ein Funktionsblock in der Bibliothek „EnOcean04_d_lib“ zur Verfügung.

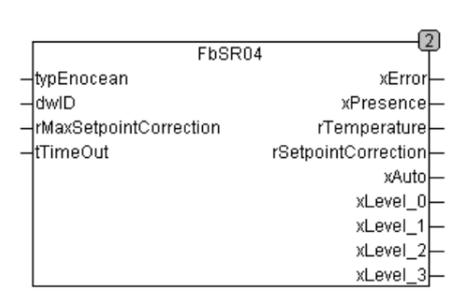


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..15 EnOcean-Funktionsbaustein fbSR04

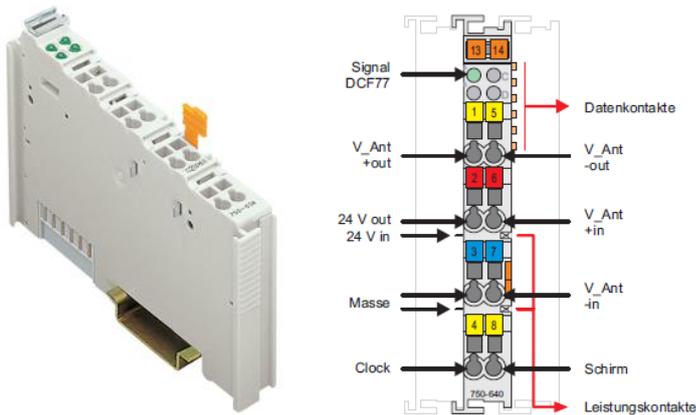


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..16 RTC-Modul (750-640)

Das RTC-Modul stellt der Steuerung die aktuelle Uhrzeit zur Verfügung. Diese Uhrzeit kann mit Hilfe eines Stützkondensators selbst nach einem Spannungsausfall noch über eine gewisse Zeit gehalten werden.

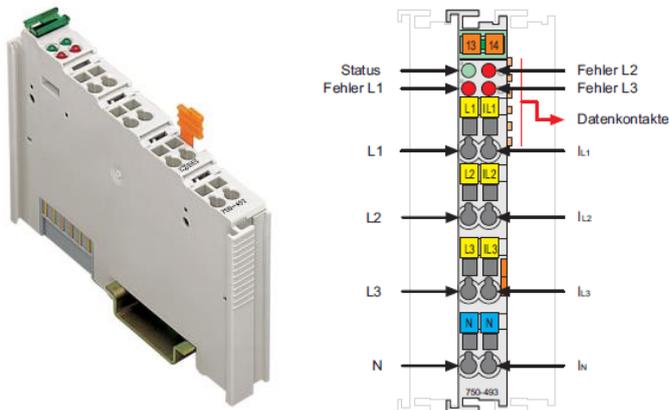


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..17 3-Phasen-Leistungsmessklemme (750-493)

Die 3-Phasen-Leistungsmessklemme misst sinus- und nichtsinusförmige Spannungs-, Strom- und Leistungswerte in einem dreiphasigen Versorgungsnetz, wobei auch drei separate Stromkreise einer Phase gemessen werden können. Die Messklemme tastet dabei die Spannungs-, Strom- und damit Leistungsverläufe ab und bildet aus diesen gemessenen Werten den quadratischen Mittelwert (Effektivwert) der Spannungen und die Leistungswerte. Für die Messungen stehen der 3-Phasen-Leistungsmessklemme insgesamt sechs Analog-/Digitalwandler zur Verfügung, daher können die Berechnungen bereits innerhalb der Klemme erfolgen, ohne viel Rechenleistung im Controller in Anspruch zu nehmen.

Zur Programmierung der 3-Phasen-Leistungsmessklemme stellt die Firma WAGO die Bibliothek „PowerMeasurement_02.Lib“ zur Verfügung. In dieser Bibliothek ist der Baustein „Fb750_493_Master3-Phase“ vorhanden, über den die Klemme parametrieren werden kann. Die Parametrierung der Meßklemme kann über ein WEB-basierte Visualisierung erfolgen.

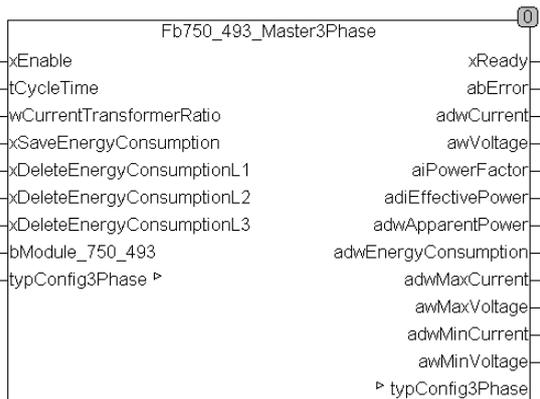


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..18 Auswertebaustein zur Leistungsmeßklemme 750-493

Der Baustein liefert die Spannungs- und Stromwerte, sowie Schein-, Wirk- und Blindleistung, den Leistungsfaktor und ermittelte Verbräuche. Diese Werte können dann in einer energetischen Rechnung weiter verwendet werden.

Zur Einbindung von KNX/EIB-Geräten kann der Controller direkt über das Ethernet, aber auch über die zusätzliche Klemme 750-646 auf den KNX/EIB-Bus zugreifen. Die Anwendung der Klemme wurde bereits im Kapitel der WAGO 750-SPS eingegangen. Damit können neben dem dezentralen Metering über die Leistungsmeßklemme auch Smart Meter aus dem KNX/EIB-Bereich in das Energiemanagement einbezogen werden.

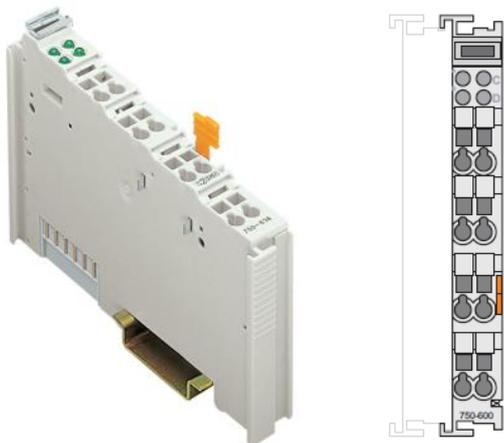


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..19 Bus-Endklemme 750-600

Die Bus-Endklemme ist die letzte Klemme des Feldbusknotens und dient dazu den Linienbus der Klemmen am Controller ordnungsgemäß abzuschließen.

1.1.2 Software CoDeSys

Die Softwareumgebung CoDeSys (Controller Development System) ist eine Entwicklungsumgebung für Speicherprogrammierbare Steuerungen (SPS) und wurde von dem 1994 gegründeten Softwarehersteller „3S-Smart Software Solutions“ entwickelt, vermarktet und ständig erweitert und angepaßt. Gegenwärtig benutzen mehr als 200 Hersteller von SPS-Systemen das CoDeSys Programmiersystem

für ihre Hardware-Komponenten und Automatisierungsgeräte. Für die Programmierung stehen in der CoDeSys alle fünf von der IEC 61131-3 spezifizierten Sprachen zu Verfügung:

- AWL: Anweisungsliste
- KOP: Kontaktplan
- FUP: Funktionsplan
- AS: Ablaufsprache
- ST: Strukturierter Text
- CFC: Continuous Function Chart

Die Programmierung mit der CoDeSys kann bei der WAGO-Steuerung in einer stringenten Form durch direkte Benennung aller Ein- und Ausgänge erfolgen, während Spezialisten der Industrieautomatisierung meist die Klemmen in anderer Form ansprechen und darauf zugreifen.

Auswahl des Zielsystems

Zur Erstellung eines neuen Programms muss zuerst das Zielsystem (im Falle des vorliegenden Controllers 750-849) ausgewählt werden, auf dem später das Programm geladen werden soll.

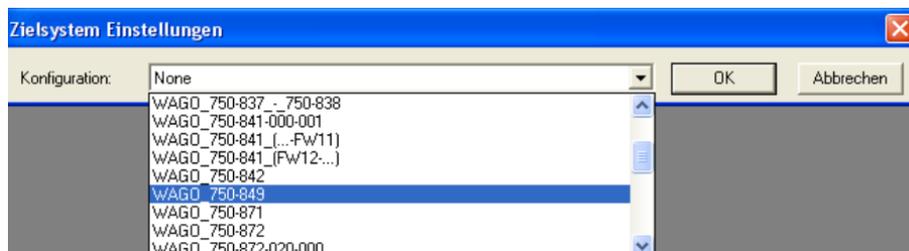


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..20 Auswahl des Zielsystems

Wurde ein Zielsystem gewählt, öffnet sich ein Fenster, in dem das Zielsystem zunächst konfiguriert werden kann.

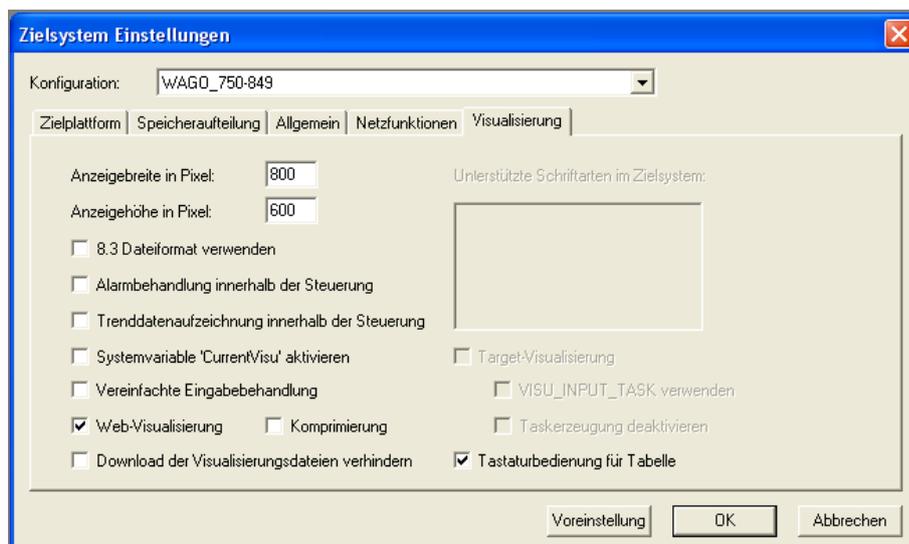


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..21 Nähere Definition des Zielsystems

Erstellung eines Programms

Nachdem das Zielsystem ausgewählt und parametrierung wurde, öffnet sich das Fenster zur Erstellung eines Programms. Auf der linken Seite des Fensters kann der Benutzer wählen, ob er ein Programm,

einen Funktionsblock oder eine Funktion programmieren möchte. Auf der rechten Seite des Fensters wird der Name des Programms und die Programmiersprache ausgewählt. Ein Programm setzt sich i.A. aus mehreren Funktionsblöcken und Funktionen zusammen. Funktionsblöcke und Funktionen können als Unterprogramme Verwendung finden. Zur Programmierung von mehrfach verwendeten Gebäudefunktionen in Räumen bieten sich daher Funktionsblöcke an, wobei die Programme zur Darstellung der Räume und Etagen genutzt werden, um Übersicht zu wahren. Funktionen dienen z.B. dazu, um die Smart Metering-Daten auszuwerten oder umzurechnen.

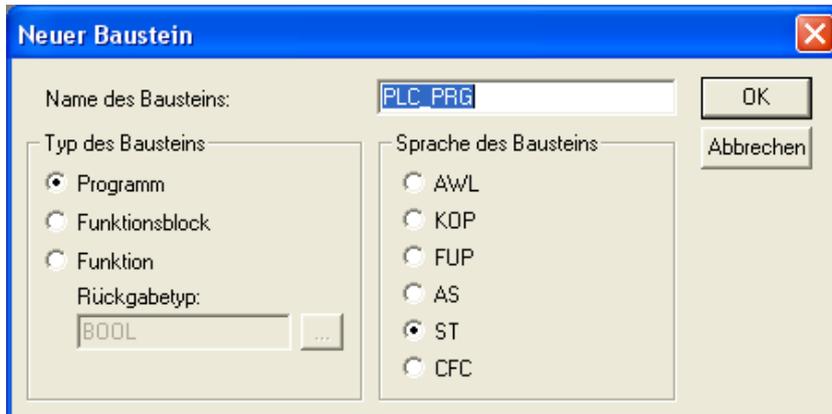


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..22 Anlage eines Bausteins und Auswahl der Programmiersprache

Die Programmiersprachen der Softwareumgebung CoDeSys

Im nächsten Schritt öffnet sich das Fenster zum Erstellen eines Programms. Auf der rechten Seite des Fensters wird der Name des Programms und die Programmiersprache ausgewählt.

1.1.2.1 Anweisungsliste (AWL)

Die Anweisungsliste ist eine Programmiersprache, die der Assemblersprache sehr ähnlich ist. Ein Programm, welches mit AWL geschrieben wird, beginnt in der Regel immer damit, dass ein Operand in den Akkumulator (Zwischenspeicher) geladen wird. Dies geschieht mit der Operation „LD“. Der Wert, der sich nun im Akkumulator befindet, dient nun als Parameter für die nächste Operation. Zum Schluss kann der Wert mit dem Befehl „ST“ in eine Variable gespeichert werden.

Beispiel: Zwei Zahlen (3 und 4) sollen miteinander multipliziert werden.

0001	PROGRAM	beispiel	
0002	VAR		
0003		Ergebnis: USINT;	
0004	END VAR		
<div style="display: flex; align-items: center; gap: 10px;"> ← ⏏ </div>			
0001	LD	3	(*Der Wert 3 wird in den Akkumulator geladen*)
0002	MUL	4	(*Der aktuelle Wert im Akkumulator (3) wird mit dem Wert 4 multipliziert*)
0003	ST	Ergebnis	(*Das Ergebnis (12) wird in die Variable "Ergebnis" gespeichert*)

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..23 Programmierung in AWL

Benutzt werden kann AWL z.B. gut als Unterprogramm, das eine bestimmte Anzahl von Bytes in ein Protokoll einbaut und dies auf dem Bussystem ausgibt.

1.1.2.2 Kontaktplan (KOP)

Der Kontaktplan ist eine graphische Programmiersprache, die der Zeichnung eines elektrischen Stromlaufplans sehr ähnlich ist. Über parallele oder serielle Kontakte können einfache Verknüpfungen wie „UND“ und „ODER“ realisiert werden. Auch Negationen sind mit dem Kontaktplan möglich.

Beispiel: Eine Lampe soll eingeschaltet werden, sobald „Taster1“ oder „Taster2“ betätigt werden.

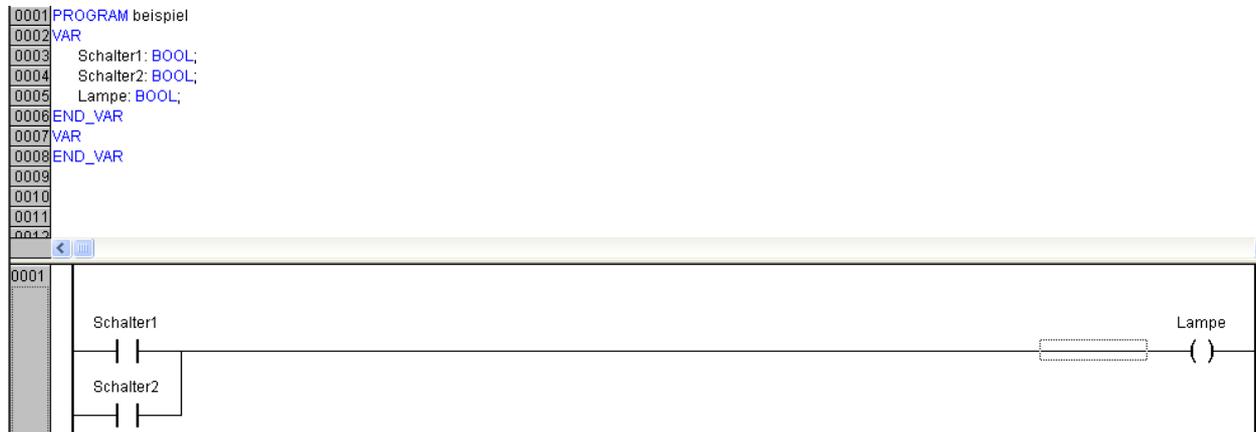


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..24 Programmierung in KOP

Der Kontaktplan entspricht im Wesentlichen einer Schaltung der konventionellen Elektroinstallations-technik. Einfache Automatisierungen sind damit leicht überschaubar, Berechnungen sind mit dem Kontaktplan nicht möglich.

1.1.2.3 Funktionsplan (FUP)

Genau wie beim Kontaktplan handelt es sich bei dem Funktionsplan ebenfalls um eine graphische Programmiersprache. Mit dem Funktionsplan kann der Benutzer recht zügig programmieren, indem Funktionsblöcke einer Bibliothek entnommen, instanziiert, benannt und auf einer Seite abgelegt werden, Funktionsblöcke können auch Ein- und Ausgänge sein. Die Verbindungspunkte an den Blöcken werden automatisch über Verbindungslinien mit anderen Bausteinen verbunden. Die Ein- und Ausgänge der Bausteine und Funktionsblöcke können zudem mit Boole'schen und analogen Werten oder Variablen belegt werden. Die Anwendung entspricht in etwa der Programmiermethode im KNXnode, statt der Gruppenadressen werden Variablen benutzt.

Beispiel: Eine Lampe soll eingeschaltet werden, sobald „Taster1“ oder „Taster2“ betätigt werden.

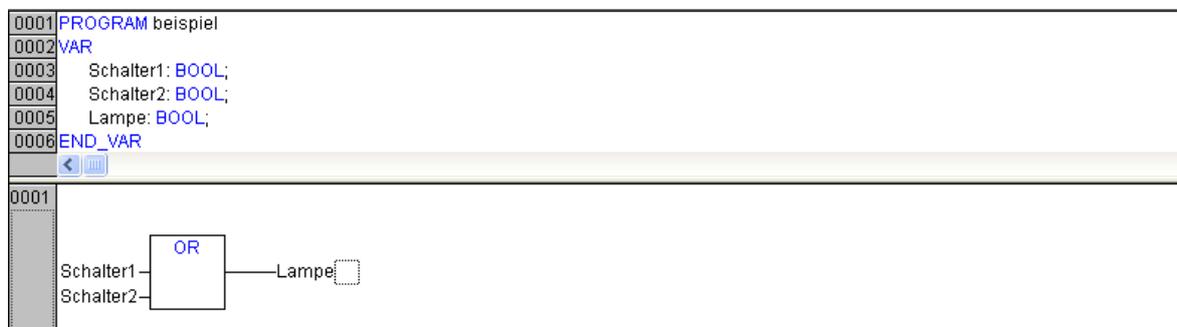


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..25 Programmierung in AWL

1.1.2.4 Ablaufsprache (AS)

Die Ablaufsprache dient in erster Linie zur Strukturierung eines Programms. Hierbei können Pro-

gramme in sogenannten Steps (Schritten) abgelegt werden. Die einzelnen Schritte werden durch Bedingungen (Transitionen) aktiviert.

Beispiel: Durch die Betätigung eines Tasters sollen drei Lampen nacheinander in zeitlichen Abständen von 10 Sekunden geschaltet werden.

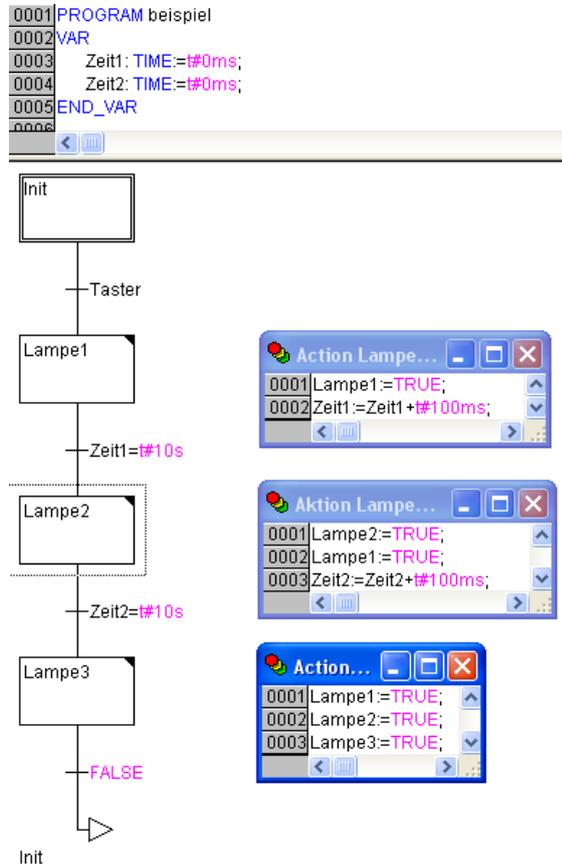


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..26 Programmierung in AS

Das Programm wird durch den Taster gestartet. Sobald er betätigt wird und damit den Wert „TRUE“ erhält, startet das Programm. Im ersten Schritt (Lampe1) wird die erste Lampe eingeschaltet und die Zeit inkremental in einem Zyklus um 100 ms erhöht. Sind 10 Sekunden vergangen, ist die Bedingung für den Wechsel zum zweiten Programmschritt (Zeit1) erfüllt und der zweite Schritt (Lampe2) wird gestartet. In diesem Schritt muss Lampe2 eingeschaltet werden und Lampe1 soll weiterhin leuchten. Sobald wieder 10 Sekunden vergangen sind, ist die Bedingung für den Wechsel zum dritten Schritt erfüllt (Zeit2). Im letzten Schritt (Lampe3), wird die dritte Lampe eingeschaltet und die anderen beiden Lampen sollen weiterhin leuchten. Der letzte Programmschritt und keine weitere Wiederholung wird durch den Transitionszustand „FALSE“ definiert, damit das Programm stoppt und nicht wieder von vorn beginnt.

Diese Programmiersprache wird häufig bei Industrieautomatationen eingesetzt, wenn Prozesse in einer klar vorgegebenen Ablauffolge abgearbeitet werden müssen.

1.1.2.5 Strukturierter Text (ST, structured text)

Ähnlich wie die Anweisungsliste ist ST eine textbasierte Programmiersprache, die sich aber von ihrer Sprachsyntax und Semantik sehr an PASCAL oder C orientiert. In ST kann der Benutzer Schleifen wie IF, WHILE, CASE oder FOR programmieren. Komplexe Berechnungen sind damit durchführbar.

Beispiel: Eine Lampe soll eingeschaltet werden, sobald „Taster1“ oder „Taster2“ betätigt werden.

```

0001 PROGRAM beispiel
0002 VAR
0003   Taster1:BOOL;
0004   Taster2:BOOL;
0005   Lampe:BOOL;
0006 END_VAR
0001 IF Taster1=TRUE OR Taster2=TRUE THEN
0002 Lampe:=TRUE;
0003 ELSE
0004 Lampe:=FALSE;
0005 END_IF

```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..27 Programmierung in ST

Zur Programmierung komplexer Gebäudeautomationsaufgaben, die Berechnungen beinhalten, ist ST (structured text) ideal geeignet. Damit wird die Umsetzung von Smart Metering-basiertem Energiemanagement beim Rückgriff auf Berechnungen in einfacher Weise ermöglicht. Durch Rückgriff auf verschiedene andere Programmiersprachen über die Anwendung der Unterprogrammtechnik können die einzelnen Sprachen anwendungsorientiert verwendet werden.

1.1.2.6 Frei-graphischer Funktionsplan-Editor (Continuous Function Chart CFC)

Der frei-graphische Funktionsplan-Editor funktioniert ähnlich wie der Funktionsplan. Es werden Funktionsblöcke oder Bausteine aus einer Bibliothek eingefügt und bearbeitet. Der Unterschied zur Programmiersprache FUP besteht darin, dass die Verbindungen zwischen den Ein- und Ausgängen der Bausteine nicht automatisch gesetzt werden, sondern vom Benutzer manuell gezogen werden. Dies ist zwar zeitaufwändiger, jedoch ist die Programmierung wesentlich flexibler. Die einzelnen Bausteine können beliebig auf der Seite angeordnet werden.

Beispiel: Eine Lampe soll eingeschaltet werden, sobald „Taster1“ oder „Taster2“ betätigt werden.

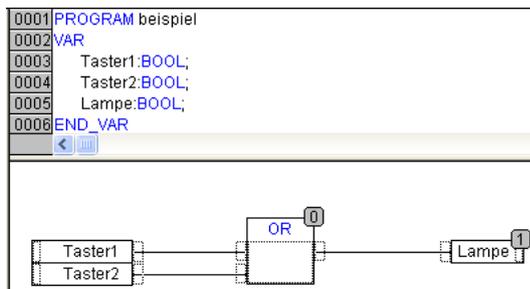


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..28 Programmierung in CFC

1.1.2.7 Programmierung einer Funktion

Kommen Ereignisse, wie zum Beispiel eine bestimmte formelbasierte Berechnung, mehrmals innerhalb eines Programms vor, so ist es sinnvoll diese in einer Funktion zu programmieren. Eine Funktion liefert genau einen Rückgabewert in Abhängigkeit der Eingabewerte. Die CoDeSys stellt mehrere Bibliotheken zur Verfügung, in denen bereits vorprogrammierte Funktionen, wie z.B. trigonometrische Funktionen, enthalten sind,

Beispiel: Drei Zahlen sollen miteinander addiert werden.

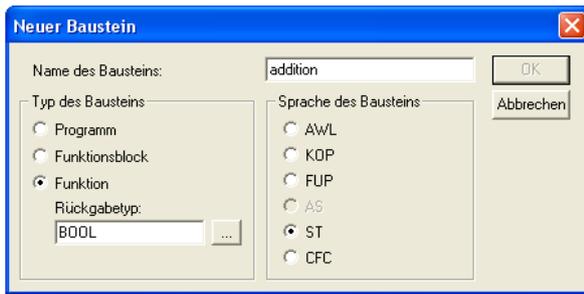


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..29 Generierung einer Funktion in Codesys

Die Eingabevariablen werden innerhalb des Abschnitts „VAR_INPUT“ als Integervariablen deklariert, die Datentype des Rückgabewertes direkt hinter „FUNCTION“ als Integervariable:

```

0001 FUNCTION addition : INT
0002 VAR_INPUT
0003     Zahl1:INT;
0004     Zahl2:INT;
0005     Zahl3:INT;
0006 END_VAR

```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..30 Deklaration der Variablen

Bei der Deklaration der Variablen ist darauf zu achten, dass die Funktion den richtigen Variablentyp haben muss. Werden Ganzzahlvariablen (INTEGER) addiert, so müssen die Übergabewerte, wie auch der Rückgabewert als INTEGER definiert werden.

```

0001 addition:=Zahl1+Zahl2+Zahl3;

```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..31 Formel in ST

Sollen nun die Zahlen „1, 6 und 8“ addiert werden, so muss die Funktion über ein Programm aufgerufen werden. Dies geschieht je nach Programmiersprache unterschiedlich.

Bei ST (strukturiertem Text) ergibt sich folgender Aufruf der Funktion „addition“ mit den einzelnen Argumenten in einer Klammer, getrennt durch Semikolon:

```

0001 Ergebnis:=addition(1, 6, 8);

```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..32 Aufruf einer Funktion in ST

Bei CFC (frei-graphischer Funktionsplan-Editor) ergibt sich die Verwendung wie bei einem Funktionsbaustein:

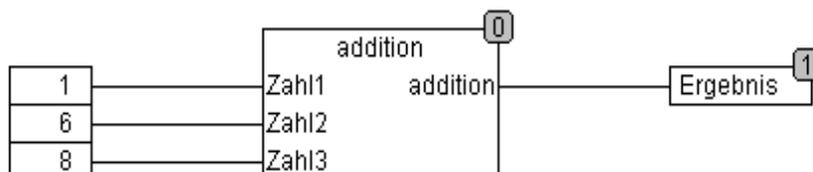


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..33 Anwendung der Funktion in CFC

In der Anweisungsliste (AWL) ist die Verwendung sehr kryptisch:

0001	LD	1
0002	addition	6,8
0003	ST	Ergebnis

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..34 Anwendung der Funktion in AWL

1.1.2.8 Programmierung eines Funktionsblocks

Im Gegensatz zu einer Funktion hat der Funktionsblock nicht unbedingt einen Rückgabewert, sondern besteht aus mehreren Ein- und Ausgängen (Input-Variablen, Output-Variablen), wobei die Variablenein- und -ausgabe auch von außerhalb des Funktionsblocks direkt erfolgen kann. Die CoDeSys stellt mehrere Bibliotheken zur Verfügung, in denen bereits vorprogrammierte Funktionsblöcke enthalten sind, allerdings können auch eigene Funktionsblöcke programmiert werden. Dies kann in größeren Projekten sehr vorteilhaft sein, da bestimmte Funktionen mehrfach verwendet werden können.

Anhand eines Beispiels soll nun ein Funktionsblock programmiert werden.

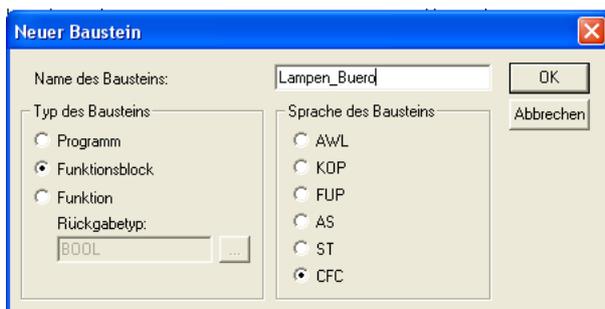


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..35 Generierung eines Funktionsblocks in Codesys

Auf der linken Seite wird bestimmt, dass es sich bei dem Baustein um einen Funktionsblock handelt. Auf der rechten Seite wird der Name des Funktionsblocks definiert und die Programmiersprache, in der dieser programmiert werden soll. Am einfachsten ist diese Funktion in der Sprache CFC zu programmieren.

Zunächst werden die In- und Output Variablen und die allgemeinen internen Variablen deklariert.

```

0001 FUNCTION_BLOCK Lampen_Buero
0002 VAR_INPUT
0003     TasterRechtsLampeTuerseitig:BOOL;
0004     TasterLinksLampeTuerseitig:BOOL;
0005     TasterRechtsLampeFensterseitig:BOOL;
0006     TasterLinksLampeFensterseitig: BOOL;
0007     Trennwandschalter:BOOL;
0008 END_VAR
0009 VAR_OUTPUT
0010     LampeRechtsTuerseitig:BOOL;
0011     LampeRechtsFensterseitig:BOOL;
0012     LampeLinksTuerseitig:BOOL;
0013     LampeLinksFensterseitig:BOOL;
0014 END_VAR
0015 VAR
0016     ToggelnLampeRechtsTuerseitig: RS;
0017     ToggelnLampeRechtsFensterseitig: RS;
0018     ToggelnLampeLinksTuerseitig: RS;
0019     ToggelnLampeLinksFensterseitig: RS;
0020     TasterRechtsLampeTuerseitigTRIG: R_TRIG;
0021     TasterLinksLampeTuerseitigTRIG: R_TRIG;
0022     TasterRechtsLampeFensterseitigTRIG: R_TRIG;
0023     TasterLinksLampeFensterseitigTRIG: R_TRIG;
0024 END_VAR

```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..36 Variablendeklaration bei einem Funktionsblock

Danach wird der Funktionsblock, der auch komplex aufgebaut sein kann und weitere Funktionsblöcke und Funktionen beinhalten kann, programmiert.

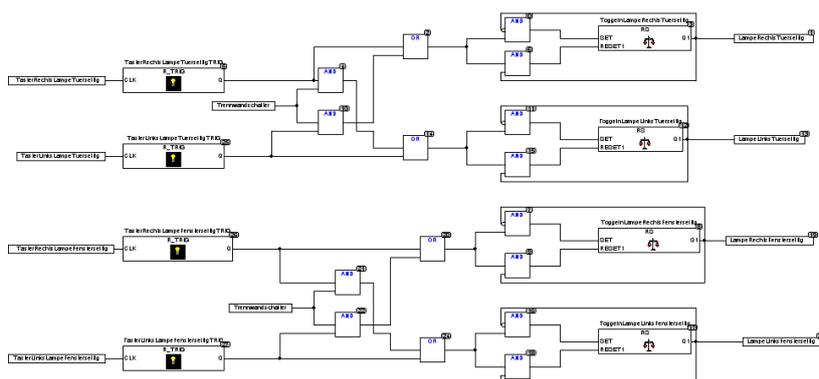


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..37 Programmierung eines Funktionsblocks in CFC

Die Programmierung selbst erfolgt prinzipiell wie bei einem normalen Programm.

Ist der Funktionsblock vollständig programmiert, kann nun auf den Funktionsblock in einem Programm zurückgegriffen werden. Zunächst werden wie üblich die Variablen, die übergeben und übernommen werden, deklariert. Der Funktionsblock muss ebenfalls in den Variablenlisten aufgeführt werden und wird als Variable vom Typ des Namens des verwendeten Funktionsblocks als Instanzierung deklariert. Im vorliegenden Fall heißt der Funktionsblock Lampen_Buero. Die Anwendung für das Büro erfolgt als Wiederverwendung (Instanzierung) unter dem Namen Lampen_Buero1. Durch sinnvolle Benennung der Instanzierungen wird eine übersichtliche Programmstruktur erzeugt.

```

0001 PROGRAM Buero1
0002 VAR
0003   Taster_Buero1_Rechts1: BOOL;
0004   Taster_Buero1_Rechts2: BOOL;
0005   Taster_Buero1_Links1: BOOL;
0006   Taster_Buero1_Links2: BOOL;
0007   Trennwandschalter_Buero1: BOOL;
0008   Lampe_Buero1_Rechts1: BOOL;
0009   Lampe_Buero1_Rechts2: BOOL;
0010   Lampe_Buero1_Links1: BOOL;
0011   Lampe_Buero1_Links2: BOOL;
0012   Lampen_Buero1: Lampen_Buero;
0013 END_VAR

```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..38 Deklaration der Variablen

Im Programm wird nun ein neuer Funktionsbaustein eingefügt, indem auf einer Seite per rechtem Mausklick ein Popup-Menü aufgerufen wird:

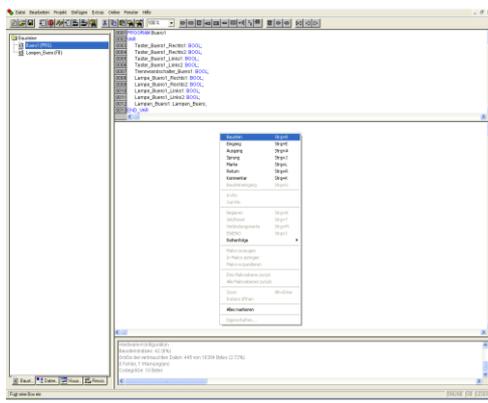


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..39 Einfügen eines programmierten Funktionsblocks

Nach Auswahl aus dem eigenen Programmspeicher oder Bibliotheken erscheint der Funktionsblock als neuer Baustein. Auf der rechten Seite befinden die Eingänge, die als Input-Variablen definiert wurden, oben in der Mitte steht der Name des Funktionsblocks und rechts befinden sich die Ausgänge, die als Output-Variablen definiert wurden. Über dem Baustein wird der Name eingetragen, der für dieses Programm als Instanzierung benutzt wird. Dieser muss zusätzlich bei den Variablen eingetragen werden.

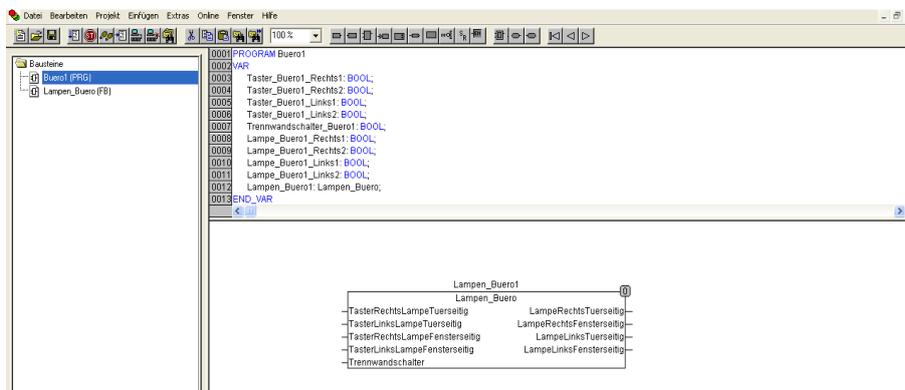


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..40 Angelegter neuer Baustein

Nun können die Ein- und Ausgänge angelegt und diesen bereits definierte Variablen zugewiesen werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..41 Zuordnung von Ein- und Ausgangsvariablen zum instanziierten Funktionsblock

1.1.2.9 Bibliotheken

Im vorherigen Abschnitt wurde gezeigt, dass es bei größeren Projekten durchaus sinnvoll ist, für Aktionen, die eine komplizierte Programmierung erfordern (wie zum Beispiel das Doppelbüro), Funktionsblöcke oder Funktionen anzulegen. Die Firma WAGO stellt dafür komplette Bibliotheken zur Verfügung, welche bereits über vorprogrammierte Funktionsblöcke, globale Variablen und sogar Visualisierungselemente verfügen. Auch für spezielle Klemmen wie zum Beispiel die KNX-TP1-Klemme oder dem Enoccean-Funkempfänger existieren Bibliotheken mit Funktionsblöcken, die speziell auf die Klemmen zugeschnitten sind.

Der Bibliotheksverwalter

Die Bibliotheken in CoDeSys werden über einen sogenannten „Bibliotheksverwalter“ verwaltet, welcher sich unter dem Reiter „Ressourcen“ im Verwaltungsfenster befindet.

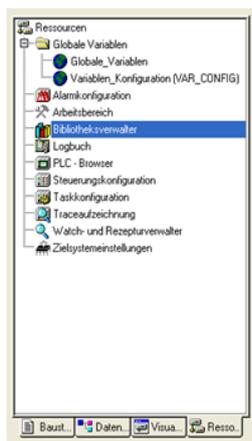


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..42 Bibliotheksverwalter in Codesys

Mit einem Rechtsklick auf das Feld oben Links im Bibliotheksverwalter, öffnet sich ein Fenster zum Einfügen einer weiteren Bibliothek.

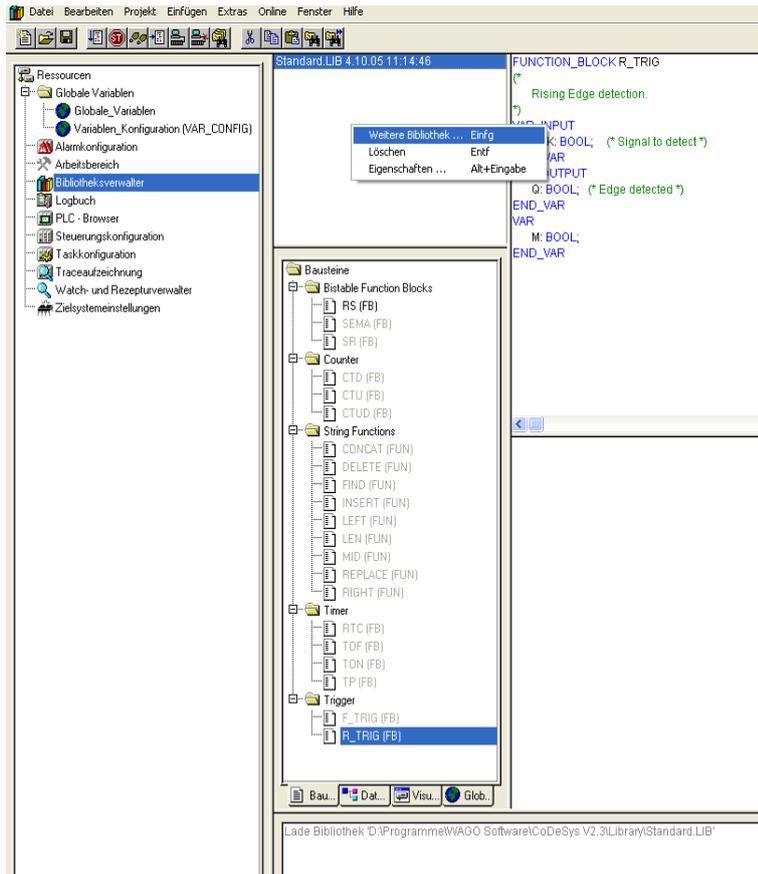


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..43 Hinzufügen einer weiteren Bibliothek

Die von WAGO bereitgestellten Bibliotheken befinden sich standardmäßig im Verzeichnis „Library“ im Programmordner der WAGO-Codesys, ihre Dateierdung ist „.LIB“. Es empfiehlt sich jedoch die Ablage der Libraries in einem Pfad, der von allen Windows-Usern, nicht nur dem Administrator, genutzt werden kann.

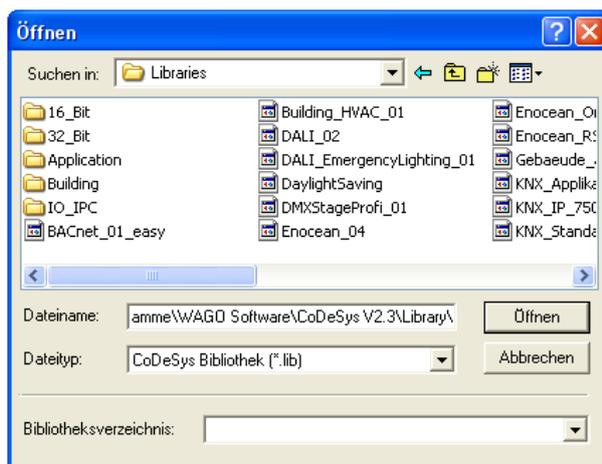


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..44 Laden einer Bibliothek

Als Beispiel soll nun eine einfache „Lampe_umschalten“- Funktion programmiert werden. Die Funktion wird mit Hilfe zweier verschiedener Bibliotheken realisiert.

- Standard : Die Bibliothek „Standard“ wird standardmäßig von der Firma „Smart Software Solutions“ für die CoDeSys zur Verfügung gestellt. Sie beinhaltet sequentielle binäre Schaltungen, wie

z.B.: RS-Flip-Flops, Auf- und Abwärtszähler oder taktflankengesteuerte Trigger.

- Gebäude_allgemein: „Gebäude_allgemein“ ist eine Bibliothek der Firma WAGO. Sie beinhaltet vorprogrammierte Funktionen und Funktionsblöcke wie z.B.: Stromstoss-, Taster kurz und lang- oder Jalousiefunktionen, die innerhalb einer Gebäudeautomatisierung sehr nützlich sein können.

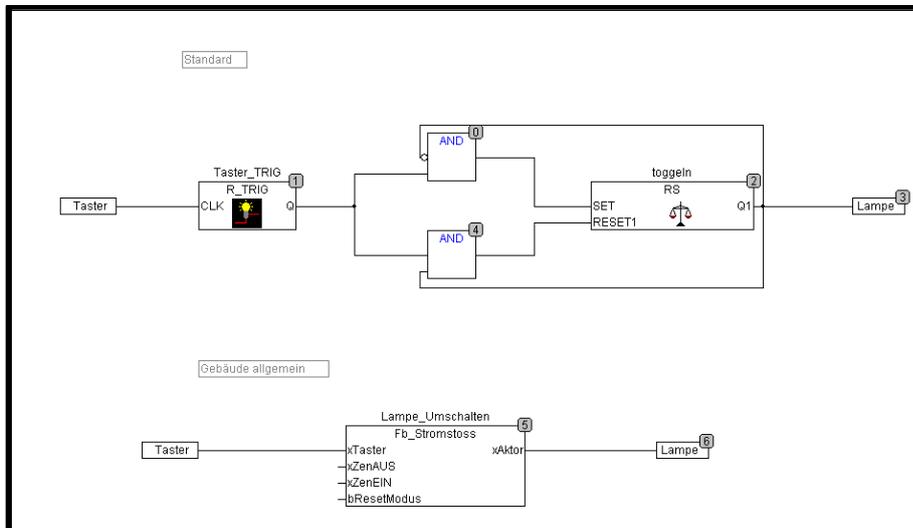


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..45 Funktion Lampe umschalten, realisiert über Standardfunktionen und die Gebäudeautomations-Bibliothek

Das Bild zeigt die Funktion „Lampe_umschalten“, die mit beiden Bibliotheken realisiert wurde. Hierbei ist deutlich zu erkennen, dass die Realisierung mit dem Funktionsblock „Stromstoss“ der Bibliothek „Gebäude_allgemein“ wesentlich komfortabler ist, zudem besitzt der Funktionsblock „Stromstoss“ noch zusätzliche Eingänge wie z.B.: „xZenEIN“ oder „xZenAUS“, mit dem die Aktoren noch über zentrale Funktionen ein oder aus geschaltet werden können.

1.1.2.10 CoDeSys Visualisierung

1.1.2.10.1 Grundlagen

Die CoDeSys verfügt über einen eigenen Visualisierungs-Editor, welcher graphische Elemente bereitstellt, die mit den Projektvariablen verknüpft werden können. Zum Visualisierungs-Editor gelangt man über den Reiter „Visualisierung“.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..46 Bearbeitung von Visualisierungen unter "Visualisierung"

Mit einem Rechtsklick öffnet sich das Kontextmenü. Über „Objekt einfügen...“ wird ein neues Visualisierungsobjekt angelegt. Es können auch kaskadierte Ordnerstrukturen aufgebaut werden, mit denen die Topologie eines Gebäudes aus einzelnen Gebäuden, Etagen und Räumen abgebildet wird.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..47 Anlegen einer neuen Visualisierungsseite

Die neue Visualisierungsseite ist sinnvoll und anwendungsorientiert zu beschriften, Leerzeichen sind nicht erlaubt.

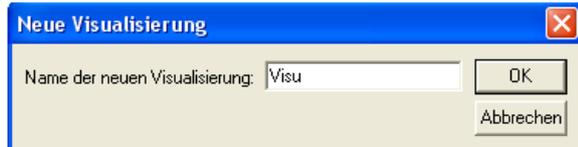


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..48 Benennung der Visualisierungsseite

Die Visualisierungsoberfläche funktioniert ähnlich einem CAD- oder Zeichenprogramm. Neben den standardmäßigen Zeichenelementen können Bitmaps, ActiveX Elemente, Windows Meta Files oder auch der Zugriff auf andere Seiten oder WEB-Seiten eingefügt werden. Neue Elemente werden durch Anwahl eines Elements und Aufziehen mit der Maus bei gedrückter linker Maustaste angelegt.

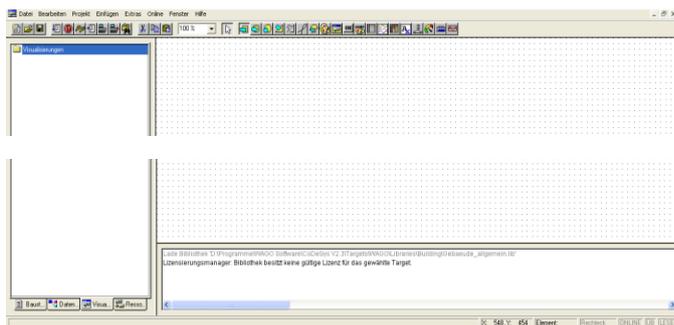


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..49 Zeichenoberfläche für die Visualisierung

Für die Visualisierung stehen folgende Objekte zur Verfügung:

	Rechteck		Schaltfläche
	abgerundetes Rechteck		ActiveX-Element
	Ellipse		Scrolleiste
	Polygon		Tabelle
	Linienzug		Zeiger-instrument
	Kurve		Balkenanzeige
	Kreis Sektor		Histogramm
	Bitmap		Alarntabelle
	Visualisierung		Trend
	Windows Metafile		

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..50 Visualisierungselemente in

Codesys

1.1.2.11 Erstellung einer Visualisierung

Erstellung einer Schaltfläche für Taster

Aus der Symbolleiste wird das Element „Schaltfläche“ ausgewählt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..51 Auswahl eines Elements aus der Symbolleiste

Danach wird die Schaltfläche gezeichnet, in dem mit der rechten Maustaste auf die Schaltfläche geklickt wird und durch einen zweiten Mausklick die gewünschte Größe aufgezo- gen werden kann. Die Schaltfläche kann im Anschluß beliebig auf dem Untergrund verschoben werden.

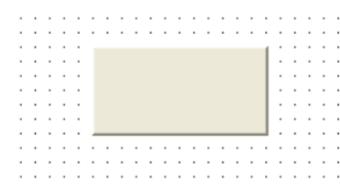


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..52 Angelegtes gefülltes Rechteck

Danach wird über den Befehl „Konfigurieren“ die Funktionalität der Schaltfläche definiert.

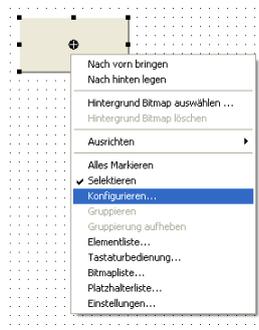


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..53 Konfiguration eines Rechtecks

Es öffnet sich ein Fenster zur Konfiguration des Visualisierungselements. Dies betrifft u.a. Farben, Text, Schriftart und Verhalten bei Anwahl. Insbesondere wird der Textinhalt des Buttons, hier mit „Taster“, definiert.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..54 Konfiguration des Textinhalts eines Rechtecks

Hier können nun verschiedene Einstellungen vernommen werden. Zunächst wird ein Text eingefügt, welcher später auf dem Element zu sehen ist. Dazu wählt man den Befehl „Text“ auf der linken Seite des Fensters, im Eingabefeld kann ein Text eingegeben und die horizontale und vertikale Ausrichtung des Textes, sowie Schriftgröße und Schrifttyp bestimmt werden.

Im nächsten Schritt wird der Befehl „Eingabe“ ausgewählt, damit wird definiert, welche Funktion ausgeführt wird, wenn mit der Maus auf das Element geklickt wird.

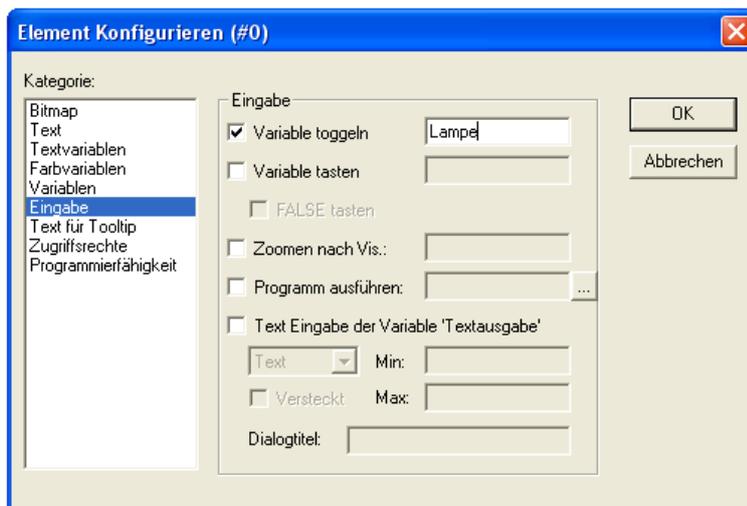


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..55 Definition der Funktion des Rechtecks bei Mausklick

Es können verschiedene Aktionen gewählt werden, die durch einen Haken vor der gewünschten Aktion selektiert wird. Z.B. kann die Variable (hier Lampe) eines Ausgabekanals eingetragen werden, dessen Zustand beim „Klick“ auf das Element geändert werden soll (hierzu kann auch die Eingabehilfe verwendet werden). Mit dem Befehl „Variable Toggeln“ wird der Zustand der Variablen gewechselt (die Aktion funktioniert nur bei Booleschen Variablen). Der Befehl „Variable Tasten“ funktioniert ähnlich, hierbei wird die Variable ähnlich wie bei einem Taster auf den Wert „TRUE“ oder „FALSE“ (falls ein Haken an das Feld „FALSE tasten“ gesetzt wird) gesetzt. Ähnlich wie bei einer HTML-Seite kann eine Schaltfläche auch die Funktion eines „Links“ übernehmen, welcher, sobald man mit der Maus drauf klickt, ein anderes Visualisierungsfenster öffnet. Hierzu wird das gewünschte Fenster im Feld „Zoomen nach Vis“ eingefügt, damit wird Navigation durch die einzelnen Seiten der Visualisierung ermöglicht. Im Feld „Programm ausführen“ kann ein Programm ausgewählt werden, welches beim „Klick“ auf die Schaltfläche ausgeführt wird. Auf die Aktion „Text Eingabe der Variable 'Textausgabe'“ wird später noch einmal genauer eingegangen.

Lampe mit Farbwechsel

Die Zustandsänderung einer Boole'schen Variable soll mit Hilfe eines Visualisierungselements mit einem Farbwechsel signalisiert werden. Hierzu wird zunächst wieder ein gewünschtes Element (hier Ellipse) eingefügt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..56 Auswahl eines Elements aus der Symbolleiste

Auch hier wird mit Mausclick nun das Konfigurationsfenster geöffnet.

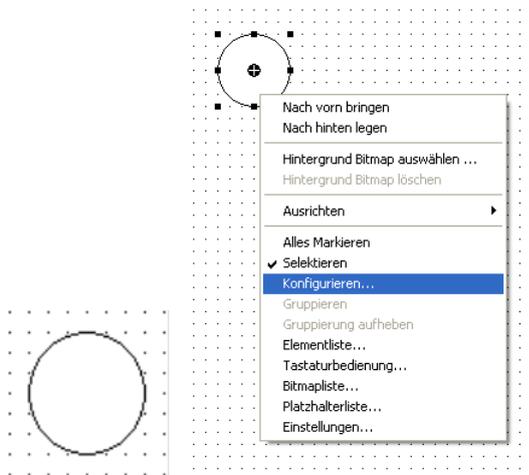


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..57 Anlegen einer Ellipse

Auf der linken Seite des Fenster wird der Befehl „Farbvariablen“ gewählt.

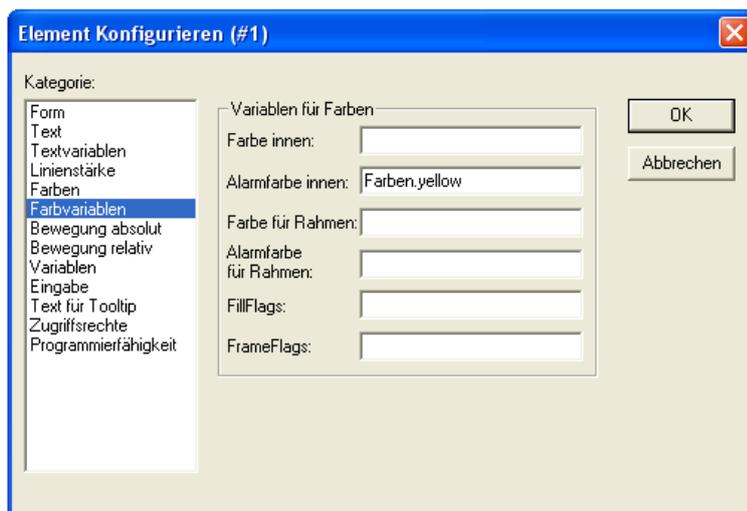


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..58 Konfiguration der Farbwerte der Ellipse

Hier können Farben für die bestimmten Bereiche des Elementes ausgewählt werden. In den beiden Feldern „Alarmfarbe innen“ und „Alarmfarbe für Rahmen“ werden die Farben eingetragen, die bei

einer Zustandsänderung der entsprechenden Variable im Element erscheinen. Die Farben können entweder direkt durch Auswahl unter „Farben“ oder über ein Programm als Konstante definiert werden. Die Farben werden als RGB Farben in einer Variablen vom Typ DWORD als Hexadezimalwert gespeichert.

```
0001|yellow:=16#00FFFF;  
0002|red:=16#0000FF;  
0003|blue:=16#FF0000;
```

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..59 Farbdefinition über Werte in einem Programm

Unter dem Befehl „Variablen“ im linken Teil des Fensters kann die Variable ausgewählt werden, deren Zustandsänderung einen Farbwechsel hervorrufen soll.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..60 Variablenselektion zur Auswahl der Farbe

Hier wird erneut die Variable „Lampe“ ausgewählt, welche über die Schaltfläche „getoggelt“, d.h. umgeschaltet wird. Wird in dem Feld „Unsichtbar“ eine Variable eingetragen, ist das Element nur sichtbar, wenn die Variable den Wert „FALSE“ hat. Mit dem Feld „Eingabe deaktivieren“ werden alle Einstellungen in der Kategorie „Eingabe“ nicht berücksichtigt, wenn die Variable, die in dem Feld eingetragen ist, den Wert „TRUE“ hat. Auf das Feld „Textausgabe“ wird später nochmal genauer eingegangen. Die Abbildung zeigt die Darstellung der beiden Elemente im Online Modus, über einen Klick auf „Taster“ wird der Zustand der Lampe geändert und durch Farbwechsel von weiß auf gelb visualisiert:

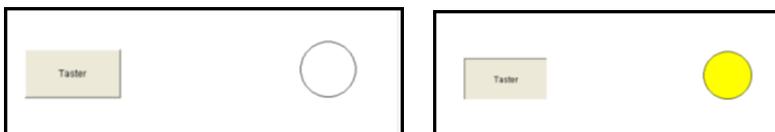


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..61 Bedienung der Lampe über die Visualisierung

Scrollleiste

Eine Scrollleiste ist ein graphisches Visualisierungselement, mit dem der Wert einer Variablen, z.B. die Basisleistung eines Geräts, geändert werden kann.

Wie üblich wird das Zeichenelemente Scrollleiste aus der Symbolleiste eingefügt und konfiguriert.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..62 Auswahl eines Elements aus der Symbolleiste

Durch Mausklick wird die Scrollleiste platziert.

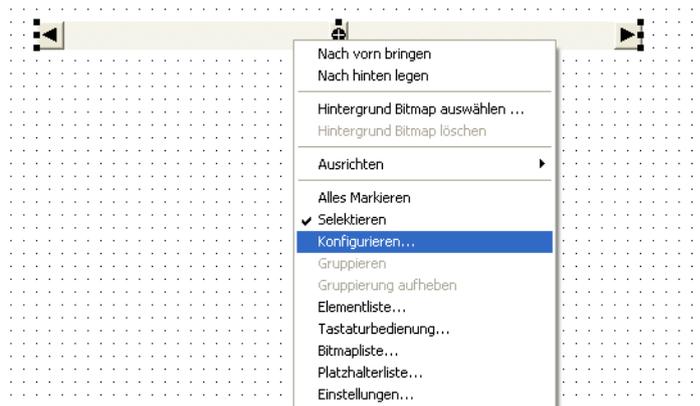


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..63 Anlegen der Scrollleiste

Im Konfigurationsfenster wird bestimmt, welche Variable wertmäßig geändert wird und in welchem Wertebereich die Variable ausgewählt werden kann.

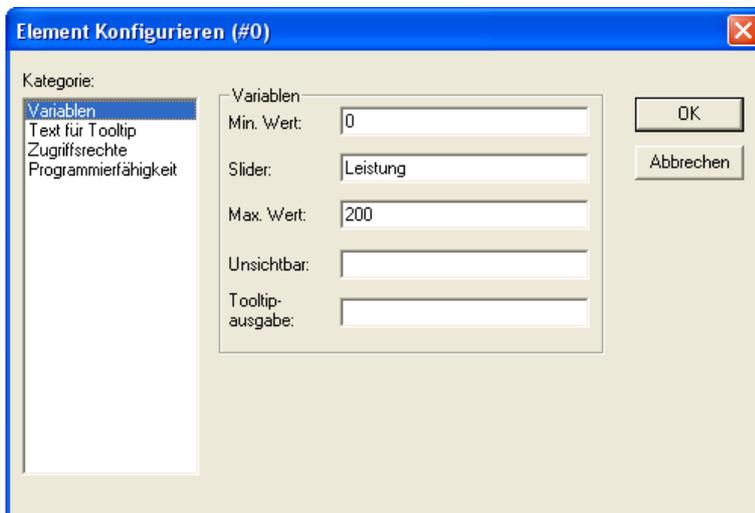


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..64 Konfiguration der Variablen der Scrollleiste

Im Feld „Min. Wert“ und „Max. Wert“ wird der Wertebereich der Variablen eingestellt, hier 0 - 200. Im Feld „Slider“ wird die Variable eingetragen, welche durch den Schiebepalken der Scrollleiste im Online Modus verändert wird.

Zeigerinstrument

Über ein Zeigerinstrument kann der Wert einer Variablen im Online-Modus angezeigt werden. Wie üblich wird das Element aus der Symbolleiste, hier neben der Scrollleiste ausgewählt und mit der

Maus auf der Visualisierungsseite platziert.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..65 Auswahl eines Elements aus der Symbolleiste

Sobald das Zeigerinstrument gezeichnet wurde, öffnet sich ein Fenster zur Parametrierung des Instrumentes. Hier können diverse Einstellungen wie Pfeilart, Start- und Endwinkel, Zeigerfarbe, Position der Beschriftung oder Farbbereiche auf der Skala vorgenommen werden.

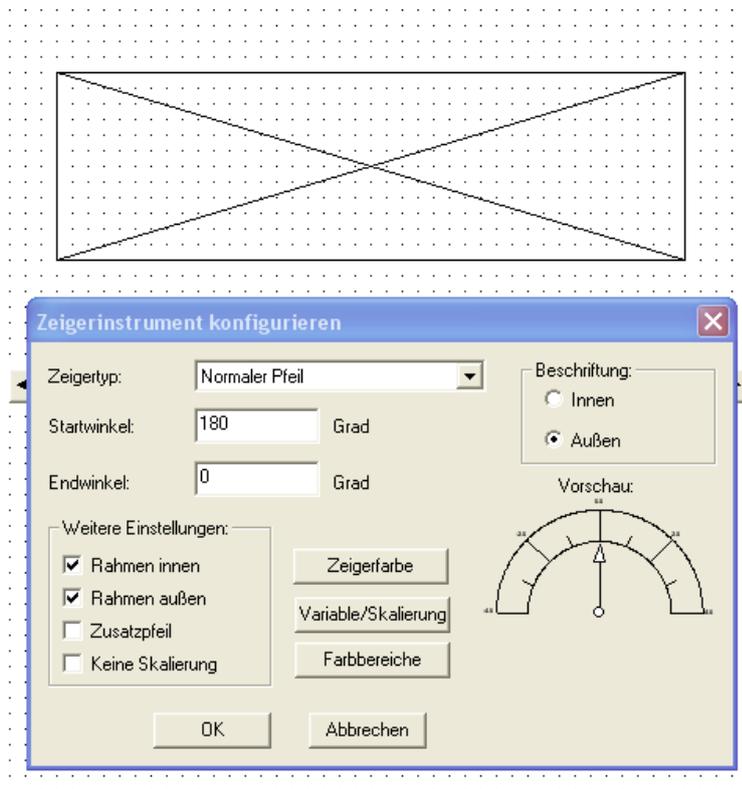


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..66 Konfiguration des Zeigerelements

Über den Button „Variable/Skalierung“ gelangt man zum Konfigurationsfenster der Anzeigeskala und der Variablen.

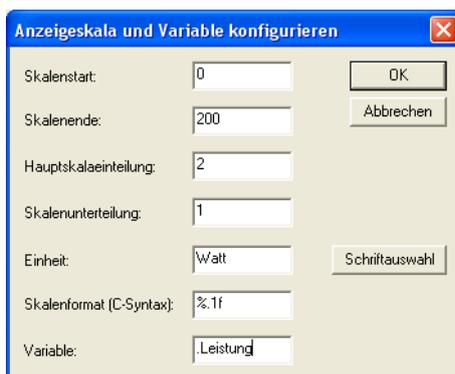


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..67 Definition der Skala

Hier kann wie bei der Scrollleiste der minimale und maximale Wert der Skala eingestellt werden. Die Hauptskaleneinteilung gibt an, in welchen Schritten die Skalenwerte angezeigt werden (hier jeder zweite ganzzahlige Wert). Eine zusätzliche „Skalenunterteilung“ zeigt weitere kurze unbeschriftete Striche an. Im Feld „Einheit“ kann die Einheit der angezeigten Variable (hier Watt) eingetragen werden. Diese wird am Zeigerursprung angezeigt. Im Feld „Skalenformat“ wird eingestellt, in welchem Format die Zahlen ausgegeben werden (hier %1f: die Zahlen werden ganzzahlig ohne Nachkommastelle ausgegeben). Die Variable, die das Zeigerinstrument anzeigen soll, wird im Feld „Variable“ eingetragen. Die Abbildung zeigt die Darstellung des Elements im Online-Modus. Durch Veränderungen an der Scrollbar wird die Stellung des Zeigerinstruments geändert:

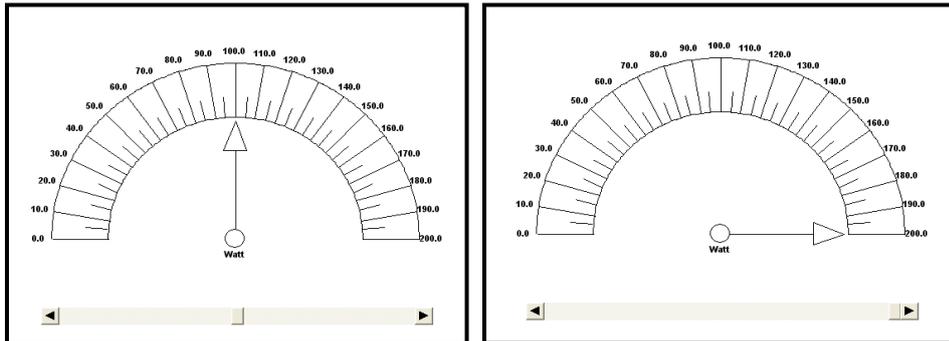


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..68 Anzeige des Zeigerinstruments im Online-Modus

Ein- und Ausgabe über ein „Eingabefeld“

Variablen können auch direkt über ein Eingabefeld ein- oder ausgegeben werden. Hierzu müssen bestimmte Einstellungen im Konfigurationsfenster vorgenommen werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..69 Konfiguration eines Textelements

Zunächst wird der Text eingegeben, der später auf dem Eingabefeld erscheinen soll, „%s“ ist ein Platzhalter, an dieser Stelle erscheint später der Wert der Variablen.

Unter dem Befehl „Variablen“ wird im Feld „Textausgabe“ die Variable eingetragen, deren Wert in der Textausgabe bei dem Platzhalter „%s“ erscheint.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..70 Definition der auszugebenden Variablen

Im Online Modus wird nun der Wert der Variable auf dem Eingabefeld angezeigt.

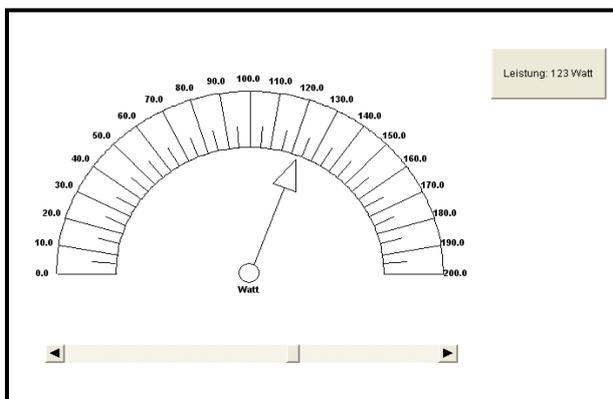


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..71 Anzeige des Variablenwerts im Online-Modus

Soll nun der Wert der Variablen auch über das Eingabefeld verändert werden, muss zusätzlich noch im Befehl „Eingabe“ ein Haken am Feld „Text Eingabe der Variable 'Texteingabe'“ selektiert werden. Nun kann auch hier zusätzlich der Wertebereich eingestellt werden.

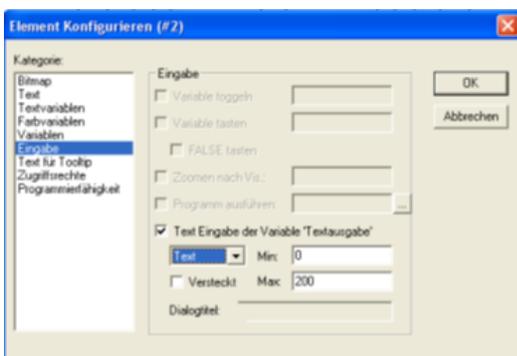


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..72 Definition der Eingabe einer Variablen

Zusätzlich kann im Pull-Down Menu die Art der Eingabe gewählt werden. Hier kann zum Beispiel ein Keypad oder Numpad ausgewählt werden. Geschieht dies, so wird im Online Modus die Nachbildung eines alphabetischen bzw. numerischen Tastaturfeldes geöffnet. Wird ein Haken an dem Feld „Versteckt“ gesetzt, erscheint anstatt dem Wert der Variable im Online Modus nur „*****“ an der

entsprechenden Stelle. Die Abbildung zeigt die Darstellung im Online Modus:

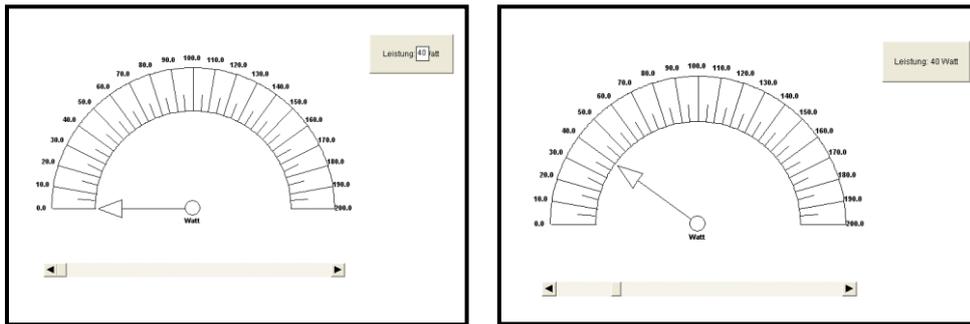


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..73 Eingabe einer Leistung

Damit sind neben den Programmierungsgrundlagen auch die Visualisierungsgrundlagen gelegt. In den folgenden Kapiteln wird die Umsetzung von Smart Metering-basiertem Energiemanagement anhand einer WAGO-SPS für ein Demonstrationsmodell mit 5 Räumen erläutert.

1.1.3 Realisierung eines Gebäudeautomationsprojekts

1.1.3.1 Hardware des Demonstrationsmodells:

Die Hardware des Demonstrationsmodells besteht aus dem Controller 750-849 und insgesamt 25 I/O-Klemmen zuzüglich der Endklemme.

Die Klemme 750-424 (Intruder Detection) ist geeignet für die Auswertung sabotageschutzter Fensterkontakte und ist für 2 Fensterkontakte einmalig verbaut.

Die Klemme 750-640 (RTC Modul) stellt die Systemuhrzeit zur Verfügung und ist eine parametrierbare und ohne DCF selbst lauffähig Real-Time-Clock.

Für die anzusteuern den Ausgänge wurden insgesamt 3 8-fach-750-530 (8DI) und eine 4-fach 750-504 (4DI) Ausgangsklemme verbaut. Dadurch können bei einer Verwendung von 4 Teilungseinheiten insgesamt 28 Ausgänge angesteuert werden.

Für die abzufragenden Eingänge der Taster wurden insgesamt 4 8-fach-Eingangsklemmen 750-430 (8DI) verbaut. Dadurch können bei einer Verwendung von 4 Teilungseinheiten insgesamt 32 Eingänge abgefragt werden.

3 analoge Ausgänge zur Simulation von dimmbaren Leuchtmitteln über LED werden über analoge Ausgangsklemmen 750-552 (0-20 mA) mit jeweils 2 Ausgängen angesteuert.

Insgesamt 6 Thermokoppler vom Typ K werden über 3 Thermokoppler-Klemmen 750-469 angesteuert, um Temperaturen in 5 Räumen und im Außenbereich zu messen.

5 Relaisklemmen vom Typ 750-517 dienen mit ihren insgesamt 10 Ausgängen zur Ansteuerung der 6 230V-Lampen in 5 Räumen und dem Außenlicht, sowie 2 Jalousien mit Auf- und Ab-Funktion.

Mit 2 Powerklemmen vom Typ 750-493 werden die elektrischen Größen von 6 einzelnen Stromkreisen erfaßt.

Eine KNX-TP1-Klemme vom Typ 750-493 ermöglicht die Integration von insgesamt 64 KNX/EIB-Gruppenadressen in die Datenstruktur der SPS.

Eine EnOcean-Klemme vom Typ 750-642 dient der Einbindung von EnOcean-Modulen und deren Telegrammen in die Datenstruktur der SPS.

Die Klemmen werden über den Reiter „Ressourcen“ und dort den Griff „Steuerungskonfiguration“ aus einem Katalog in den K-Bus integriert.

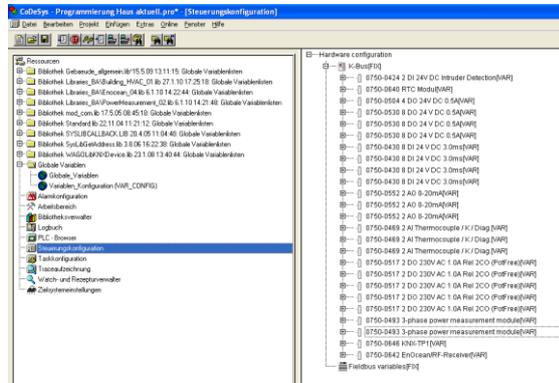


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..74 Anlegen der Klemmen unter K-Bus in der Steuerungskonfiguration

Durch direktes Anklicken des „+“-Zeichens vor der jeweiligen Klemme gelangt man in die Parametrierung der Ein- und Ausgänge der Klemme. Die Parametrierung erfolgt mit passenden Datenpunktbezeichnungen, die direkt durch Klick vor dem Text „AT %“ eingetragen werden. Prinzipiell könnte auf die Benennung der Ein- und Ausgänge über Namen verzichtet werden, da innerhalb der Programmierung über Klemmen- und Kanalindex der Ein-/Ausgang adressiert werden kann. Durch statische Übersicht wird jedoch bereits eine Dokumentation ermöglicht und damit ein besserer, namensmäßiger Zugriff auf Ein- und Ausgänge in der Programmierung und Visualisierung ermöglicht, wobei der Name bereits Stockwerk, Raum und Funktion beinhalten sollte. Es ist darauf zu achten, daß alle Klemmen in der richtigen Reihenfolge mit richtigem Typ konfiguriert werden, sonst treten Fehler auf.

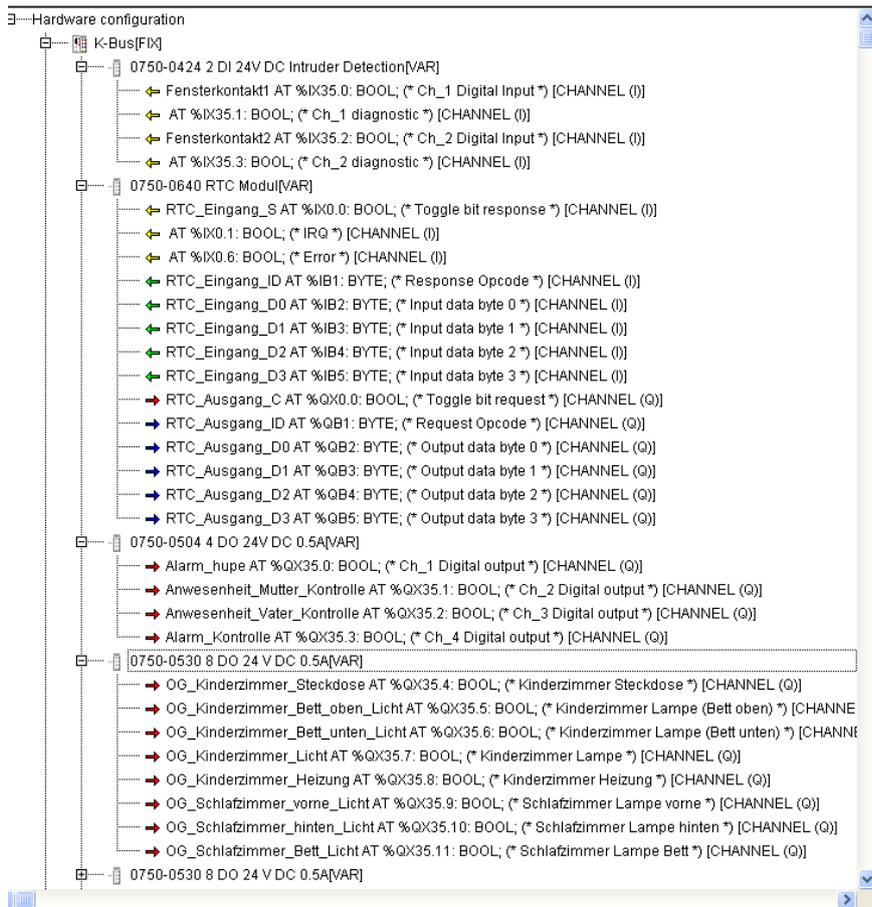


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..75 Parametrierung der Ein- und Ausgänge der Klemmen 1 bis 4

Die Benennung der 0750-0530 ist dem jeweiligen I/O-Kanal zu entnehmen, beispielhaft ist „OG_Schlafzimmer_Bett_Licht“ entsprechend das Licht am Bett im Schlafzimmer des Obergeschosses.

1.1.3.1.1 Taskkonfiguration

Die nachfolgende Programmierung wird auf mehrere Tasken mit unterschiedlichen Zykluszeiten aufgeteilt. Die einzelnen Tasken werden unter dem Punkt „Taskkonfiguration“ angelegt und der jeweiligen Task die einzelnen hiervon aufgerufenen Programme zugeordnet.

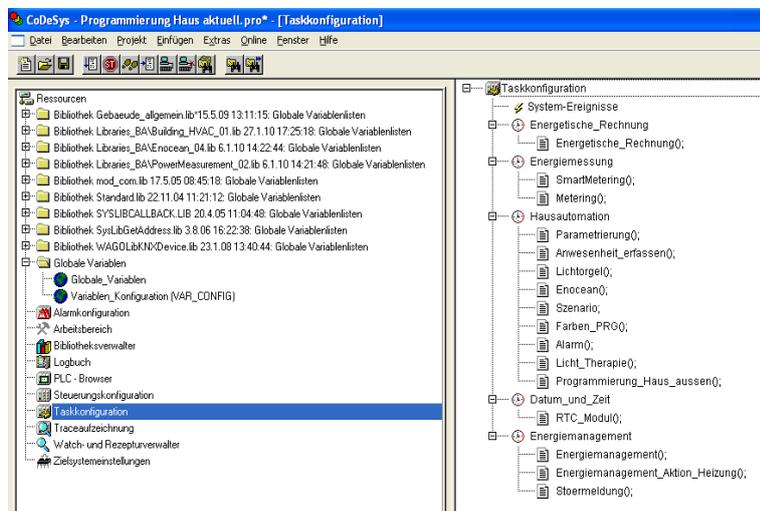


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..76 Definitionsübersicht über die

Tasken in der Taskkonfiguration

Der Task „Energetische Rechnung“ wurde eine recht hohe Priorität zugewiesen. Die Zykluszeit ist zu Demonstrationszwecken auf eine Sekunde festgelegt, kann jedoch wesentlich auf z.B. eine Minute erhöht werden, entsprechend ist die Intervallzeit für die energetische Rechnung anzupassen.

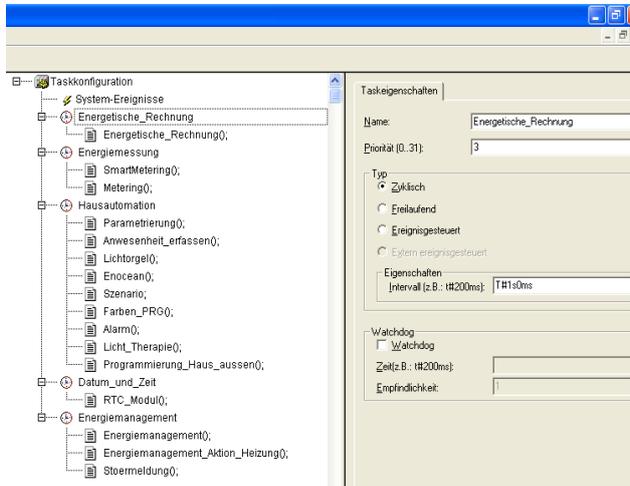


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..77 Taskdefinition "Energetische Rechnung"

Die Energiemessung erfolgt in der Task „Energiemessung“ mit hoher Priorität, da die Meßdaten zeit-synchron erfaßt werden sollen. Als Zykluszeit wurden 60 ms, d.h. 1 Sekunde gewählt. Angehängt wurden die Programme „SmartMetering“ zur Abfrage der beiden Powermeßklemmen 750-493, sowie der Meßdatenaufbereitung im Programm „Metering“.

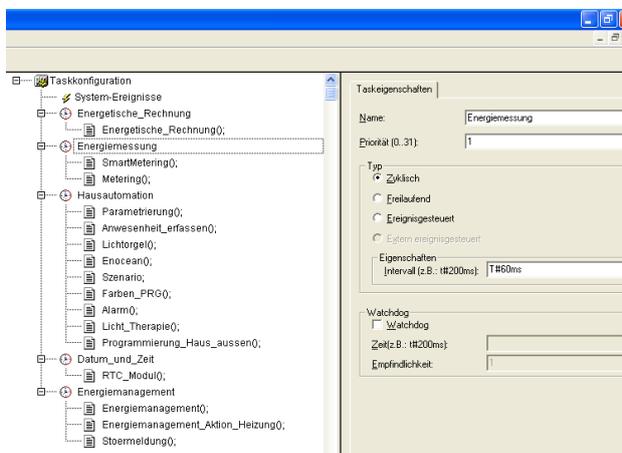


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..78 Taskdefinition Energiemessung

Alle Programme, die der Gebäudeautomation zugehörig sind, sind der Task „Hausautomation“ zugeordnet, die die zweithöchste Priorität hat. Diese Task ist zyklisch freilaufend, d.h. die Task wird in der minimalsten Taskzeit ausgeführt, dies kann bei einer intensiven Berechnung evtl. langsam und i.a. schnell sein.

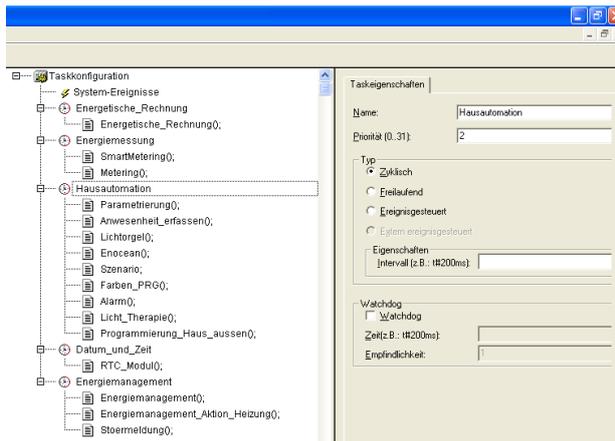


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..79 Taskdefinition "Hausautomation"

Der Task „Energiemanagement“ mit den Programmen „Energiemanagement“, „Energiemanagement-Aktion-Heizung“ und „Stoermeldung“ wurde eine sehr geringe Priorität zugeordnet. Die Zykluszeit von 20 s reicht für die Aufgaben des Energiemanagements aus, die Störmeldung könnte auch in eine Task mit niedrigerer Zykluszeit verschoben werden.

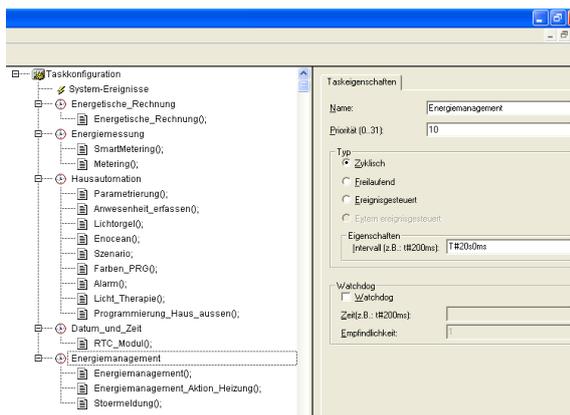


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..80 Taskdefinition "Energiemanagement"

1.1.3.1.2 Controllerauswahl

Als Zielsystem wurde eine WAGO-SPS vom Typ 750-849 ausgewählt, deren standardmäßige Parametrierung für das betrachtete Projekt beibehalten werden kann. Sollte der Controller gegen einen anderen Typ ausgetauscht werden, muß i.A. lediglich das Zielsystem getauscht und neu compiliert werden.

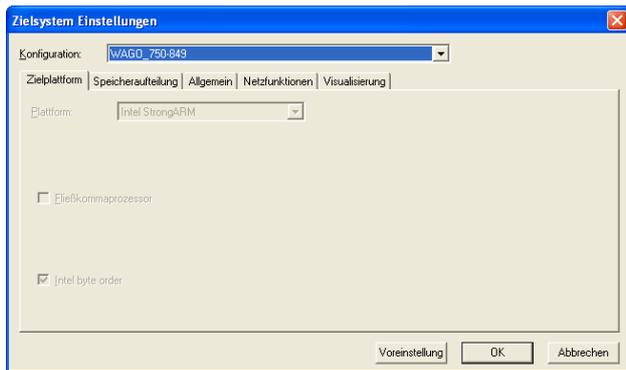


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..81 Auswahl des Zielsystems

1.1.3.1.3 Variablendeklaration

Ein für die Gebäudeautomation wesentlicher Vorteil der WAGO-Codesystem-Implementation ist, daß sämtliche Ein- und Ausgangsvariablen der I/O-Klemmen als globale Variablen im Ressourcen-Ordner „Globale_Variablen“ abgelegt werden. Neben den klemmenbasierten Variablen befinden sich dort auch alle weiteren als global deklarierten Variablen. Global bedeutet in diesem Zusammenhang, daß diese Variablen ohne Voranstellung einer Instanz oder Unterinstanz angesprochen werden können. So wird eine globale Variable mit dem Namen „licht“, wenn sie unter globale Variablen liegt, über „licht“ angesprochen, liegt diese wiederum in einem Programm „unterprogramm“ als lokale Variable vor, so wird die Variable mit „unterprogramm.licht“ angesprochen und kann nur von diesem Programm beschrieben werden.

Die Ein- und Ausgangsvariablen werden direkt als globale Variablen angesprochen. Um ein Abbild davon über die Visualisierung ansprechen zu können, also daß z.B. ein Taster in der Realität oder ein virtueller in der Visualisierung eine Lampe umschalten kann, so werden reale Taster automatisch angelegt, virtuelle müssen manuell angelegt werden und werde im Projektbeispiel auch unter globale Variablen abgelegt.

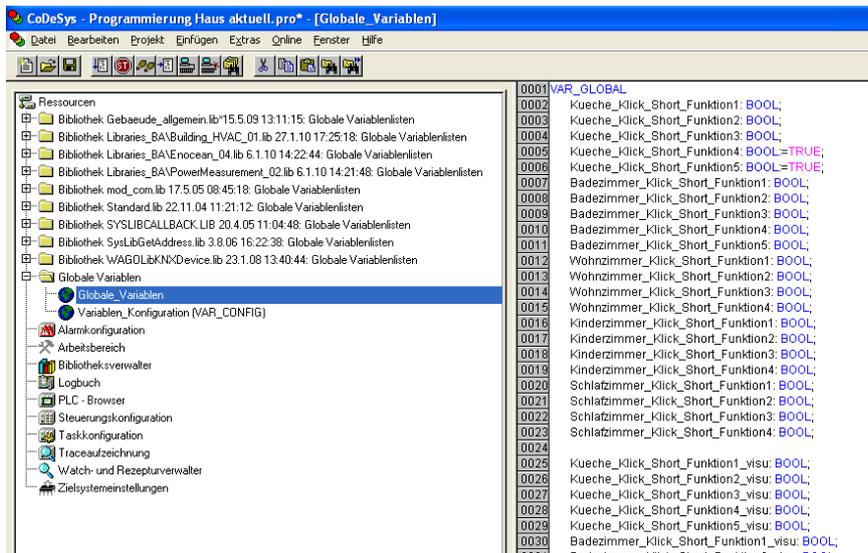


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..82 Globale Variablen

Globale Variablen, wie auch alle anderen Variablen können durch rechten Mausklick und die nachfolgende Variablendeklaration hinsichtlich der Parametrierung verändert werden. Dies verbietet sich für Variablen von Klemmen, da die Parametrierung vom Klemmensignal abhängig ist!

kreise in den 5 Räumen und zusätzlich eines Außenbereichs-Verbrauchers gemessen. Bei einem realen System könnte die Powermeßklemme mit einem Wandler betrieben die Überwachung der Einspeisung in den zentralen Stromkreisverteiler überwachen.

Die Meßklemme 750-493 wird mit wenigen Eingangsvariablen parametrierbar, wobei über einen Index die anzuwählende Powerklemme bei Verwendung mehrerer Powermeßklemmen im Klemmenbus zu deklarieren ist. Als Zykluszeit wurden 5 s gewählt. Die graphisch parametrierbaren Konfigurationsdaten werden über `ConfigurationParameters#` zugeführt, wobei # für die Klemmennummer steht. Über die Phasennummern können die Daten jeder einzelnen Phase der Powermeßklemme, bzw. des betreffenden Stromkreises, abgefragt werden.

Als Ausgangsvariablen stellt die Powerklemme für jede einzelne Phase (bei einphasigem Betrieb jeden einzelnen erfaßten Stromkreis) Strom, Spannung, Leistungsfaktor, Wirkleistung, Scheinleistung und gesamten Energieverbrauch zur Verfügung. Die Daten werden entsprechend Klemme und Stromkreis unter folgenden Namen erfaßt:

- Strom_roh_Klemme_#_Phase_#
- Spannung_roh_Klemme_#_Phase_#
- cosphi_roh_Klemme_#_Phase_#
- Wirkleistung_roh_Klemme_#_Phase_#
- Scheinleistung_roh_Klemme_#_Phase_#
- Energieverbrauch_roh_Klemme_#_Phase_#

Die erfaßten Daten werden mit „_roh_“ bezeichnet, da zunächst für jeden Meßwert eine Wandlung vom Zahlenformat „DWORD“(Rohwerte) nach „REAL“ als Zieldaten erfolgt und eine Multiplikation mit einem Faktor vorgenommen, der die Wandlung in das Basisdatenformat V, A, W, VA durchführt.

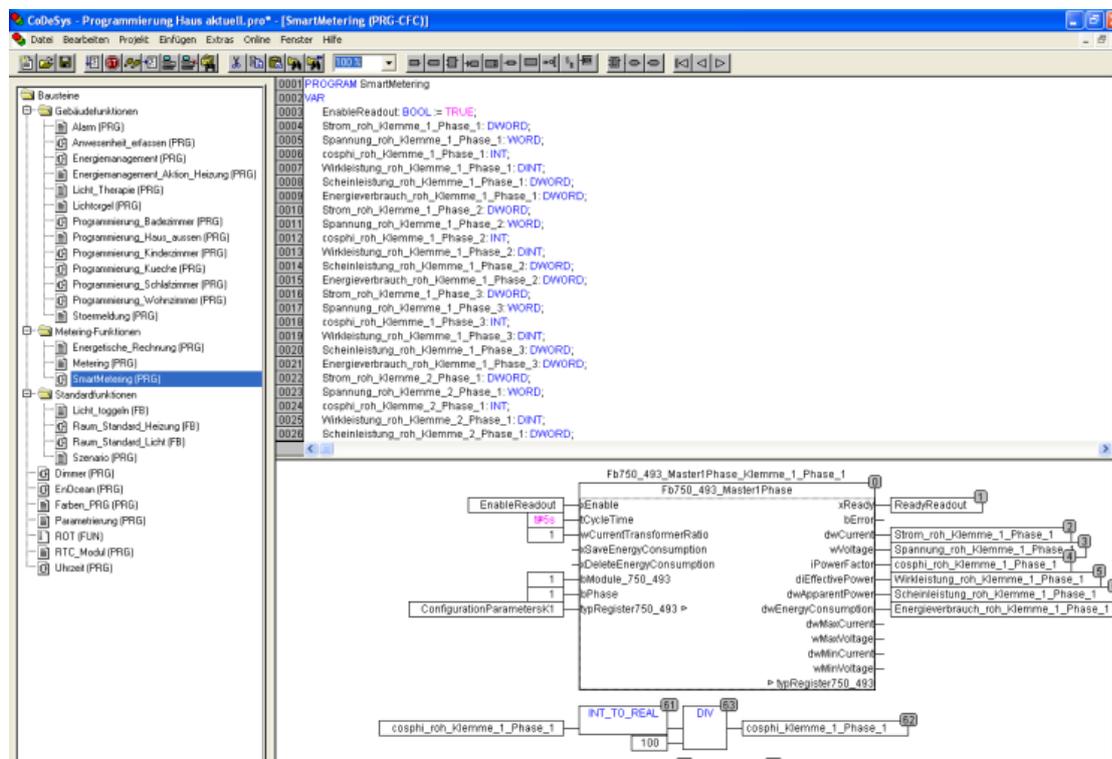


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument.85 Anlage der Variablen mit Datenformaten.

Die Wandlung der Meßdaten in die verwendeten Datenformate erfolgt im CFC-Programm unter dem Baustein für die Powermeßklemme.

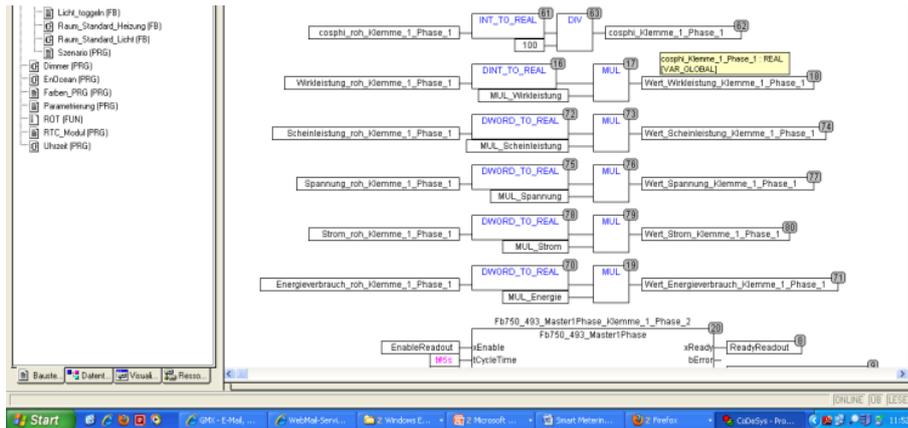


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..86 Umwandlung der Meßdaten von DWORD nach REAL

Die Basisparametrierung der Powermeßklemmen erfolgt über die Visualisierungselemente zu den Powerklemmen, die in einer Visualisierungsseite abgelegt werden können.

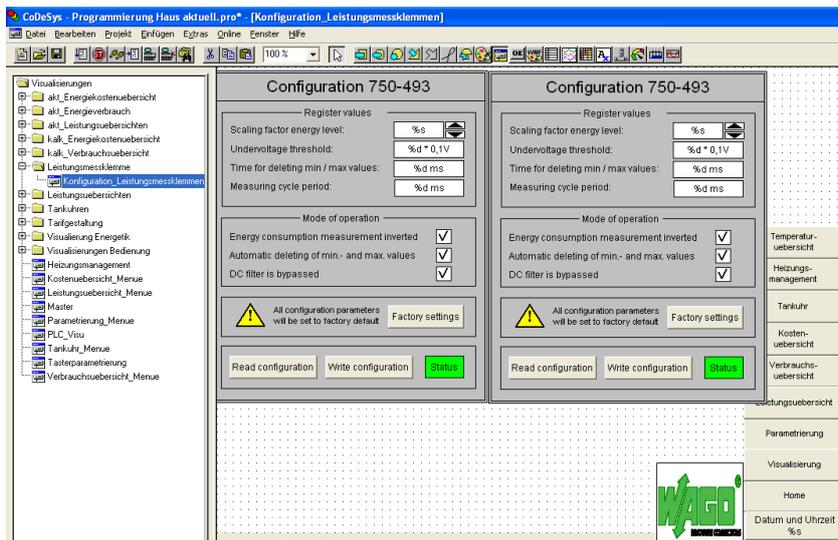


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..87 Parametrierung der Power-Meßklemmen über eine Visualisierungsseite

Zur Darstellung der gemeterten Daten wird in der Visualisierungsseite „Leistungsuebersicht_Menu“ der Menüpunkt „Energiesituation“ angeklickt.

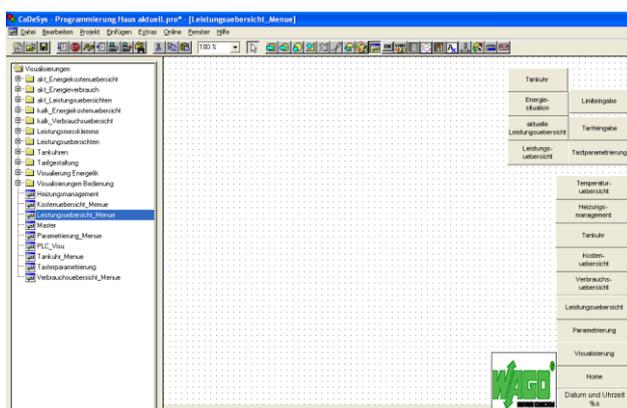


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..88 Übersicht über die Visualisierungsseite "Leistungsuebersicht_Menu"

Ein anderer Weg führt über die Hausübersicht. Über das Menü „Leistungsuebersicht_Menu“ gelangt man durch Mausklick auf den Button „Leistungsuebersicht“ in das Leistungsübersichts-Menü.

In diesem Menü ist stilisiert das Gebäude mit 2 Etagen und den 3 Räumen abgebildet. In jedem einzelnen Raum wird die aktuelle Leistung der elektrischen Verbraucher und der Heizung zur Anzeige gebracht. Unter dem Gebäude befindet sich die Bilanzierung aller elektrischen Verbraucher, der Heizungen und der gesamten Verbraucher.

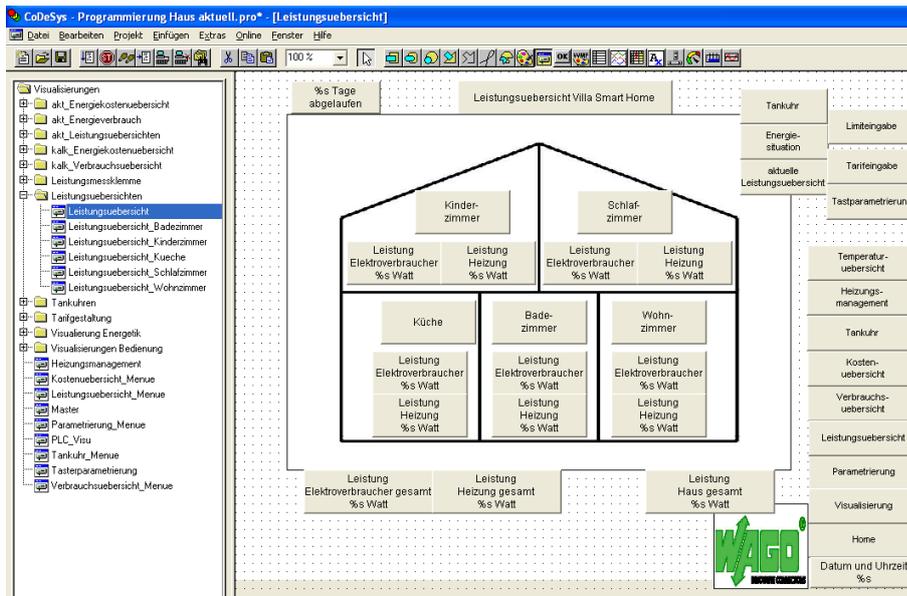


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..89 Visualisierungsansicht "Leistungsuebersicht"

Durch Anklicken des Buttons für das Schlafzimmer gelangt man in die Ansicht der energetischen Situation im Schlafzimmer. Soweit der Verbraucher oder Stromkreis über einen Kanal der Powermeßklemme gemetert wird, in diesem Falle der Verbraucher Lampe 1, so werden Effektivwert von Spannung und Strom, Scheinleistung, Wirkleistung, Leistungsfaktor, aktuelle und kalkulierte Verbräuche und Kosten angezeigt.

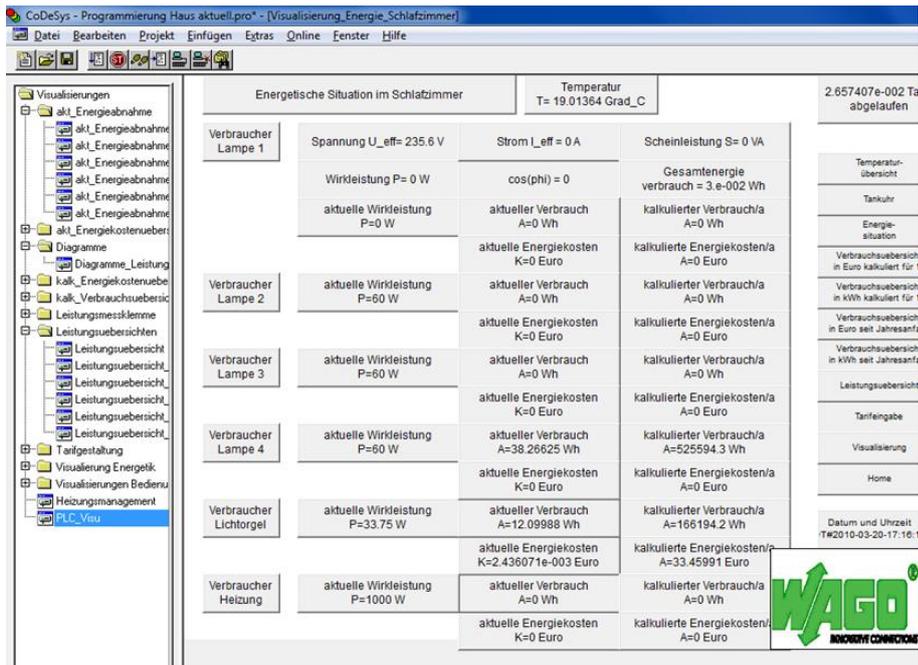


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..90 Aktive Visualisierungsseite zur energetischen Situation
Neben der textuellen Ausgabe ist auch die Anzeige über Skalen möglich.

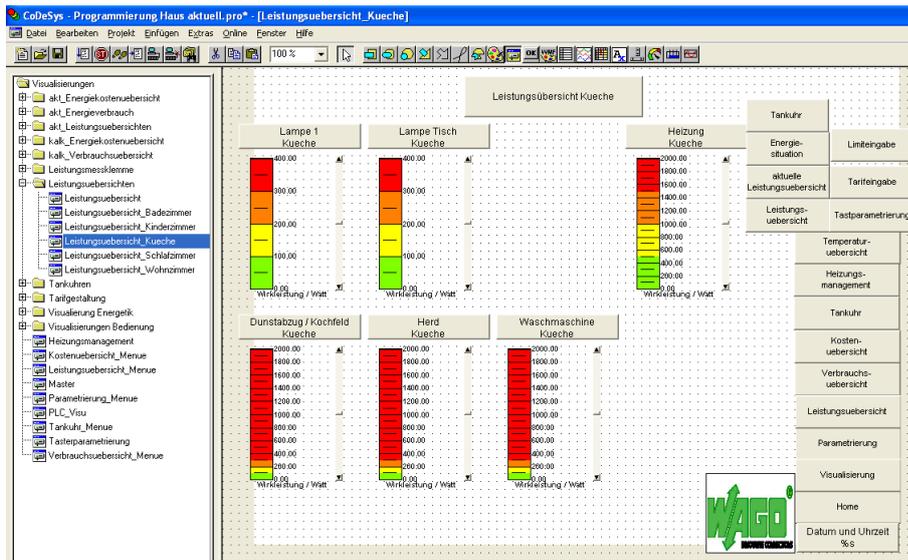


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..91 Leistungsuebersicht über Skalen

1.1.6 Aktives Energiemanagement

Im Rahmen des aktiven Energiemanagements werden die erfaßten Meßdaten ermittelt, umgerechnet und auf andere Variablen umgespeichert. Darüberhinaus werden auf der Basis von Systemzuständen alle weiteren Bedienung Leistungsdaten als Basis für die Verbrauchs- und Kostenrechnungen bestimmt.

Die Temperaturerfassung erfolgt im Programm Metering.

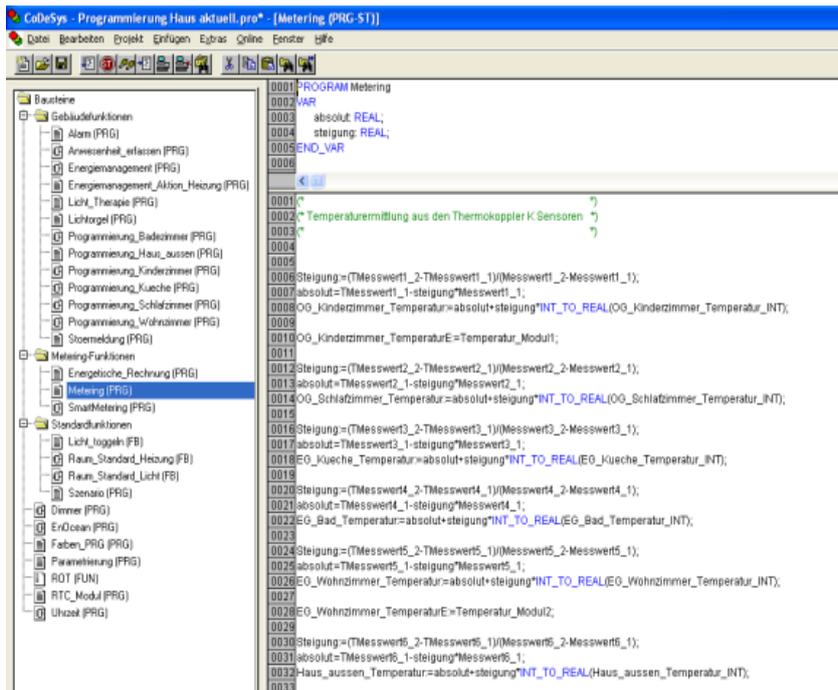


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..92 Programmteil zur Umspeicherung der Temperaturen

Entsprechend werden die Leistungsmeßdaten der Powermeßklemmen auf die Variablen der jeweiligen Räume umgespeichert.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..93 Umspeicherung der Leistungsmeßdaten

Für die Kalibrierung jedes einzelnen Thermokopplers am Meßeingang der Thermokoppler werden zwei Meßwerte zu unterschiedlichen Temperaturen, idealerweise für 0 und 100 Grad Celsius, ermittelt und daraus Absolutbetrag und Steigung für die Proportionalitätsgerade zwischen Meßwert und zugehörigem Temperaturwert ermittelt. Die Ermittlung von Steigung und Absolutbetrag ist nur einmalig nach Einlesen der Parametrierung notwendig, wurde aus Anschauungsgründen im betrachteten Beispiel in jedem Meßzyklus aufgenommen. Zusätzlich wird eine weitere Referenztemperatur aus einem EnOcean-Modul auf eine Variable mit der Kennung E (für EnOcean) am Ende des Variablennamens abgespeichert. Die Berechnung der Daten ist folgenden Formelumsetzungen in ST zu entnehmen:

```
(* *)
(* Temperaturermittlung aus den Thermokoppler K Sensoren *)
(* *)
Steigung:=(TMesswert1_2-TMesswert1_1)/(Messwert1_2-Messwert1_1);
absolut:=TMesswert1_1-steigung*Messwert1_1;
OG_Kinderzimmer_Temperatur:=absolut+steigung*INT_TO_REAL(OG_Kinderzimmer_Temperatur_INT);
OG_Kinderzimmer_TemperaturE:=Temperatur_Modul1;
...
```

Damit stehen die Ist-Temperaturen der jeweiligen Räume und die Ist-Außen-Temperatur unter den Variablen „Geschoß_Raum_Temperatur“ zur Verfügung.

Die aktuellen Leistungen der jeweiligen Verbraucher werden entweder bei konstanten Verbrauchern aus dem zugrundeliegenden Basis-Leistungswert und der Einschaltssituation, linearen Verbrauchern aus dem Basis-Leistungswert multipliziert mit dem Proportionalitätsfaktor für den Einschaltwert (0 ... 1) und nichtlineare Verbraucher aus dem gemessenen Leistungswert über die Power-Meßklemme ermittelt.

Somit ist die Leistung, bzw. aktuelle Leistung nur aus den Meßwerten der Wirkleistung der Power-Meßklemmen zu übernehmen und auf die jeweilige Variable des Raumes mit Verbraucherbezeichnung, z.B. „OG_Kinderzimmer_Licht1_Leistung“, zu übertragen.

```
(* *)
(* Leistungsermittlung der nicht linearen Verbraucher *)
(* *)
OG_Kinderzimmer_Licht1_Leistung:=Wert_Wirkleistung_Klemme_1_Phase_1;
OG_Schlafzimmer_Licht1_Leistung:=Wert_Wirkleistung_Klemme_1_Phase_2;
EG_Kueche_Licht1_Leistung:=Wert_Wirkleistung_Klemme_1_Phase_3;
EG_Bad_Licht1_Leistung:=Wert_Wirkleistung_Klemme_2_Phase_1;
EG_Wohnzimmer_Licht1_Leistung:=Wert_Wirkleistung_Klemme_2_Phase_2;
Haus_aussen_Licht1_Leistung:=Wert_Wirkleistung_Klemme_2_Phase_3;
```

Die Leistung, bzw. aktuelle Leistung, linearer Verbraucher wird durch Ermittlung des Einschaltwertes, bezogen auf den maximalen Einschaltwert, multipliert mit der Basisleistung (in diesem Falle konstant 100 W) ermittelt und auf die jeweilige Variable des Raumes mit Verbraucherbezeichnung übertragen.

```
(* *)
(* Leistungsermittlung der linearen Verbraucher *)
(* *)
OG_Schlafzimmer_Steckdose1_Leistung:=WORD_TO_REAL(Light_Blue)/6000*100.;
IF OG_Schlafzimmer_Steckdose1_Leistung < 0 THEN;
  OG_Schlafzimmer_Steckdose1_Leistung:=0;
END_IF;
OG_Schlafzimmer_Steckdose2_Leistung:=WORD_TO_REAL(Light_Yellow)/6000*100.;
IF OG_Schlafzimmer_Steckdose2_Leistung < 0 THEN;
  OG_Schlafzimmer_Steckdose2_Leistung:=0;
END_IF;
OG_Schlafzimmer_Steckdose3_Leistung:=WORD_TO_REAL(Light_Red)/6000*100.;
IF OG_Schlafzimmer_Steckdose3_Leistung < 0 THEN;
  OG_Schlafzimmer_Steckdose3_Leistung:=0;
END_IF;
...
```

Im betrachteten Beispiel werden die 5 farbigen Lichter als Lichtorgel mit 5 einzelnen Steckdosen betrachtet, die in Summe als Lichtorgel betrachtet werden. Damit erfolgt die Summation der einzelnen Leistungen der Steckdosen zur Variablen „OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung“.

```
(* *)
(* Umspeichern der linearen Verbraucher der Lichtorgel auf Licht 5 *)
(* *)
OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung:=OG_Schlafzimmer_Steckdose1_Leistung;
OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung:=OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung+OG_Schlafzimmer_Steckdose2_Leistung;
OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung:=OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung+OG_Schlafzimmer_Steckdose3_Leistung;
```

OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung:=OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung+OG_Schlafzimmer_Steckdose4_Leistung;
OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung:=OG_Schlafzimmer_Licht5_Leistung+OG_Schlafzimmer_Steckdose5_Leistung;

Um eine Übersicht über die elektrische Leistung in den jeweiligen Räumen zu erhalten, werden diese für die jeweiligen Räume und den Aussenbereich aufsummiert.

(* *)
(* Leistungen der Elektroverbraucher der einzelnen Räume *)
(* *)
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung+OG_Kinderzimmer_Licht2_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung+OG_Kinderzimmer_Licht3_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung+OG_Kinderzimmer_Licht4_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Leistung;
.....
Haus_aussen_Elektroverbraucher_Leistung:=Haus_aussen_Licht1_Leistung;

Darüberhinaus werden die Leistungen der einzelnen Räume zur Gesamtleistung der elektrischen Verbraucher aufsummiert.

(* *)
(* Gesamte Leistung der Elektroverbraucher des Hauses *)
(* *)
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung+OG_Schlafzimmer_Elektroverbraucher_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung+EG_Kueche_Elektroverbraucher_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung+EG_Bad_Elektroverbraucher_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung+EG_Wohnzimmer_Elektroverbraucher_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung+Haus_aussen_Elektroverbraucher_Leistung;

Da neben den Leistungen der elektrischen Verbraucher auch die Verbrauchswerte der Heizkörper überschlagsweise aus der Stellventilsituation ermittelt werden können, werden auch diese für jeden Raum und das ganze Gebäude ermittelt. Abschließend können die Leistungen der verschiedenen Verbrauchertypen, in diesem Falle „Elektroverbraucher“ und „Heizungen“ zur Gesamtleistung aufsummiert werden.

(* *)
(* Gesamte Leistung des Hauses *)
(* *)
Haus_gesamt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Leistung+Haus_Heizung_gesamt_Leistung;

Damit steht eine vollständige Übersicht über sämtliche Leistungen zur Verfügung.

Die Leistungen der geschalteten oder dauerhaft eingeschalteten Verbraucher erfolgt unter „Energetische Rechnung“.

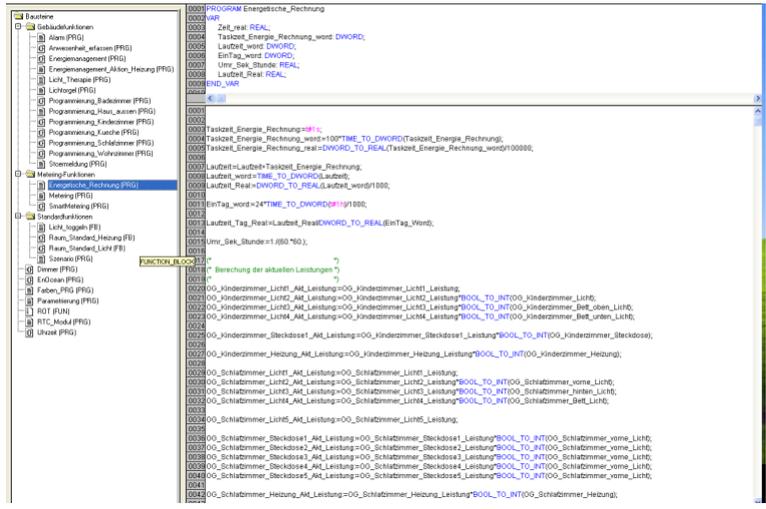


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..94 Programmierte Formeln für die aktuelle Leistung geschalteter Verbraucher in Codesys

Zur Ermittlung wird zunächst die Taskzeit definiert, die den Einstellungen der Taskkonfiguration entspricht. In diesem Falle wurde eine Sekunde gewählt. Die Taskzeit wird in verschiedene andere Datenformate umgerechnet und in Laufzeiten entsprechend Tagen und Jahren umgerechnet.

```

Taskzeit_Energie_Rechnung:=t#1s;
Taskzeit_Energie_Rechnung_word:=100*TIME_TO_DWORD(Taskzeit_Energie_Rechnung);
Taskzeit_Energie_Rechnung_real:=DWORD_TO_REAL(Taskzeit_Energie_Rechnung_word)/10000;

Laufzeit:=Laufzeit+Taskzeit_Energie_Rechnung;
Laufzeit_word:=TIME_TO_DWORD(Laufzeit);
Laufzeit_Real:=DWORD_TO_REAL(Laufzeit_word)/1000;

EinTag_word:=24*TIME_TO_DWORD(t#1h)/1000;

Laufzeit_Tag_Real:=Laufzeit_Real/DWORD_TO_REAL(EinTag_Word);

Umr_Sek_Stunde:=1./(60.*60.);

```

Im nächsten Block werden die Leistungen der geschalteten Verbraucher aus der jeweiligen Nennleistung und dem Schaltzustand ermittelt.

```

(* *)
(* Berechnung der aktuellen Leistungen *)
(* *)
OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Licht2_Leistung*BOOL_TO_INT(OG_Kinderzimmer_Licht);
OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Licht3_Leistung*BOOL_TO_INT(OG_Kinderzimmer_Bett_oben_Licht);
OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Licht4_Leistung*BOOL_TO_INT(OG_Kinderzimmer_Bett_unten_Licht);

OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Leistung*BOOL_TO_INT(OG_Kinderzimmer_Steckdose);

OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Heizung_Leistung*BOOL_TO_INT(OG_Kinderzimmer_Heizung);

```

(* *)
(* Berechnung der aktuellen Leistung der gesamten Elektroverbraucher der einzelnen Räume*)
(* *)

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung+OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung+OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung+OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Leistung;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Leistung;

Aus allen einzelnen aktuellen Leistungen kann durch Multiplikation mit der Taskzeit der Verbrauch innerhalb eines Zeitintervalls „Taskzeit“ ermittelt werden. Durch Aufaddition dieser zeitintervallabhängigen Arbeit zum letzten ermittelten Verbrauch und Speicherung auf den dann neuen letzten ermittelten Verbrauch ergibt sich der jeweilige aktuelle Verbrauch zum aktuellen Zeitpunkt. Verbrauch ist geleistete Arbeit innerhalb eines Zeitintervalls. Verbrauch für Verbraucher erfolgt die Berechnung des aktuellen Verbrauchs (Arbeit) und durch Summation aller Verbräuche für einen Raum die Bilanzierung für einen Raum.

(* *)
(* Berechnung der aktuellen Arbeiten *)
(* *)
OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht1_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde;
OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht2_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde;
OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht3_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde;
OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht4_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde;

OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde;

OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Heizung_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde;

(* *)
(* Berechnung der aktuellen Arbeiten der gesamten Elektroverbraucher der einzelnen Räume*)
(* *)

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Arbeit;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Arbeit;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Arbeit;
OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Arbeit;

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Arbeit;

Entsprechend der aktuellen Arbeit können durch Multiplikation des Verbrauchs in einem Zeitintervall mit dem jeweils gültigen Tarif und laufende Inkrementierung die seit dem Startpunkt der Rechnung angefallenen Kosten für jeden Verbraucher ermittelt und durch Summierung für einzelne Räume ermittelt werden. Benutzt wurden Faktoren zur Umrechnung der Sekunden in Stunden und Division durch 1000 in kWh und Multiplikation mit 0.01 auf Euro, um von Sekunden, Watt und Cent in kWh und Euro umzurechnen.

(* *)
(* Berechnung der aktuellen Kosten seit Zuschaltung *)
(* *)

OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht1_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde*Tarif_Strom/1000*0.01;

OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht2_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde*Tarif_Strom/1000*0.01;

OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht3_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde*Tarif_Strom/1000*0.01;

OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht4_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde*Tarif_Strom/1000*0.01;

OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde*Tarif_Strom/1000*0.01;

OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Heizung_akt_Leistung*Taskzeit_Energie_Rechnung_real*Umr_Sek_Stunde*Tarif_Heizung/1000*0.01;

Die einzelnen aktuellen Kosten der Elektroverbraucher eines Raumes werden zu den bereits angefallenen Kosten des jeweiligen Raumes aufsummiert.

(* *)
(* Berechnung der aktuellen Kosten der einzelnen Räume seit Zuschaltung *)
(* *)

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Kosten;

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Kosten;

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Kosten;

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Kosten;

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Kosten;

Bei Berücksichtigung der angefallenen Verbräuche der einzelnen Verbraucher kann bei Voraussetzung des gleichen Nutzerverhaltens auf die kalkulierte Arbeit für ein Jahr seit Zuschaltung per Trendrechnung kalkuliert werden. Die Berechnung beruht auf einfacher Dreisatzrechnung und berücksichtigt nicht die geänderten Verbräucher aufgrund der wechselnden Jahreszeiten.

(* *)
(* Berechnung der kalkulierten Arbeit fuer ein Jahr seit Zuschaltung *)
(* *)

$OG_Kinderzimmer_Licht1_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Arbeit*365/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Licht2_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Arbeit*365/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Licht3_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Arbeit*365/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Licht4_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Arbeit*365/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Arbeit*365/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Heizung_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Arbeit*365/Laufzeit_Tag_real;$

Entsprechend werden die einzelnen kalkulierten Arbeiten für einen Raum aufsummiert.

(* *)
 (* Berechnung der kalkulierten Arbeit der Elektroverbraucher eines Raumes fuer ein Jahr seit Zuschaltung *)
 (* *)
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Kalk_Arbeit;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht2_Kalk_Arbeit;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht3_Kalk_Arbeit;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Licht4_Kalk_Arbeit;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Kalk_Arbeit;$

Aus den aktuellen Verbräuchen kann in Verbindung mit dem letzten gültigen Tarif auf die kalkulierten Kosten für ein Jahr seit Beginn der Erfassung geschlossen werden.

(* *)
 (* Berechnung der kalkulierten Kosten fuer ein Jahr seit Zuschaltung *)
 (* *)
 $OG_Kinderzimmer_Licht1_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht1_akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht1_Akt_Arbeit*Tarif_Strom/1000*0.01*(365-Laufzeit_Tag_real)/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Licht2_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht2_akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht2_Akt_Arbeit*Tarif_Strom/1000*0.01*(365-Laufzeit_Tag_real)/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Licht3_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht3_akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht3_Akt_Arbeit*Tarif_Strom/1000*0.01*(365-Laufzeit_Tag_real)/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Licht4_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht4_akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht4_Akt_Arbeit*Tarif_Strom/1000*0.01*(365-Laufzeit_Tag_real)/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Akt_Arbeit*Tarif_Strom/1000*0.01*(365-Laufzeit_Tag_real)/Laufzeit_Tag_real;$
 $OG_Kinderzimmer_Heizung_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Kosten+OG_Kinderzimmer_Heizung_Akt_Arbeit*Tarif_Heizung/1000*0.01*(365-Laufzeit_Tag_real)/Laufzeit_Tag_real;$

Die einzelnen kalkulierten Kosten der Verbraucher wiederum können zu den gesamten kalkulierten Kosten eines Raumes aufsummiert werden.

(* *)
 (* Berechnung der kalkulierten Kosten der einzelnen Raeume fuer ein Jahr seit Zuschaltung *)
 (* *)
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Licht1_Kalk_Kosten;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht2_Kalk_Kosten;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht3_Kalk_Kosten;$
 $OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten+OG_Kinderzimmer_Licht4_Kalk_Kosten;$

OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten+OG_Kinderzimmer_Steckdose1_Kalk_Kosten;

Damit sind aus den aktuellen Leistungen, Verbräuchen und Kosten der einzelnen Räume die Gesamtleistungen, -verbräuche und –kosten ermittelbar.

Im ersten Block werden die aktuellen Leistungen aufsummiert.

(* *)
(* Berechnung der gesamten aktuellen Leistung der Elektroverbraucher des Hauses *)
(* *)
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung+OG_Schlafzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung+EG_Kueche_Elektroverbraucher_Akt_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung+EG_Bad_Elektroverbraucher_Akt_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung+EG_Wohnzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Leistung;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Leistung+Haus_aussen_Elektroverbraucher_Akt_Leistung;

Im zweiten Block werden die aktuellen Verbräuche (Arbeiten) aufsummiert.

(* *)
(* Berechnung der gesamten aktuellen Arbeit der Elektroverbraucher des Hauses *)
(* *)
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit+OG_Schlafzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit+EG_Kueche_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit+EG_Bad_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit+EG_Wohnzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Arbeit+Haus_aussen_Elektroverbraucher_Akt_Arbeit;

Im dritten Block werden die aktuellen Kosten aufsummiert.

(* *)
(* Berechnung der gesamten aktuellen Kosten der Elektroverbraucher des Hauses *)
(* *)
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten+OG_Schlafzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten+EG_Kueche_Elektroverbraucher_Akt_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten+EG_Bad_Elektroverbraucher_Akt_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten+EG_Wohnzimmer_Elektroverbraucher_Akt_Kosten;

Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Akt_Kosten+Haus_aussen_Elektroverbraucher_Akt_Kosten;

Im vierten Block werden die für ein Jahr kalkulierten Verbräuche (Arbeiten) aufsummiert.

(* *)
(* Berechnung der gesamten kalkulierten Arbeit der Elektroverbraucher des Hauses fuer ein Jahr *)
(* *)
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit+OG_Schlafzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit+EG_Kueche_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit+EG_Bad_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit+EG_Wohnzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Arbeit+Haus_aussen_Elektroverbraucher_Kalk_Arbeit;

Im fünften Block werden die kalkulierten Kosten aufsummiert.

(* *)
(* Berechnung der gesamten kalkulierten Kosten der Elektroverbraucher des Hauses fuer ein Jahr *)
(* *)
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten:=OG_Kinderzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten+OG_Schlafzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten+EG_Kueche_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten+EG_Bad_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten+EG_Wohnzimmer_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten;
Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten+Haus_aussen_Elektroverbraucher_Kalk_Kosten;

Anloge Berechnungen erfolgen für die einzelnen Heizkörper der Räume des Hauses.

Anschließend können die Verbrauchswerte für Elektroverbraucher und Heizungen summiert werden zu den Gesamtwerten des Gebäudes.

(* *)
(* Berechnung der gesamten Energieuebersicht des Hauses *)
(* *)
Haus_gesamt_akt_Leistung:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_akt_Leistung+Haus_Heizung_gesamt_akt_Leistung;
Haus_gesamt_akt_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_akt_Arbeit+Haus_Heizung_gesamt_akt_Arbeit;
Haus_gesamt_akt_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_akt_Kosten+Haus_Heizung_gesamt_akt_Kosten;
Haus_gesamt_kalk_Arbeit:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_kalk_Arbeit+Haus_Heizung_gesamt_kalk_Arbeit;
Haus_gesamt_kalk_Kosten:=Haus_Elektroverbraucher_gesamt_kalk_Kosten+Haus_Heizung_gesamt_kalk_Kosten;

Für die Aufbereitung der angepaßten Tachometer- und Tankuhrdarstellungen werden die aktuellen Leistungen, kalkulierten Arbeiten und kalkulierten Kosten auf die vorgegebenen Limitvorgaben bezogen und durch Multiplikation mit 100 in Prozent umgerechnet.

$\text{Prozent_Strom_akt_Leistung} := \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Elektroverbraucher_gesamt_akt_Leistung} / \text{Limit_Strom_Leistung} * 100);$
 $\text{Prozent_Heizung_akt_Leistung} := \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Heizung_gesamt_akt_Leistung} / \text{Limit_Heizung_Leistung} * 100);$
 $\text{Prozent_Strom_kalk_Verbrauch} := \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Elektroverbraucher_gesamt_kalk_Arbeit} / \text{Limit_Strom_Verbrauch} * 100);$
 $\text{Prozent_Heizung_kalk_Verbrauch} := \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Heizung_gesamt_kalk_Arbeit} / \text{Limit_Heizung_Verbrauch} * 100);$
 $\text{Prozent_Strom_kalk_Kosten} := 100 -$
 $\text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Elektroverbraucher_gesamt_kalk_Kosten} / \text{Limit_Strom_kalk_Kosten} * 100);$
 $\text{Prozent_Heizung_kalk_Kosten} := 100 - \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Heizung_gesamt_kalk_Kosten} / \text{Limit_Heizung_Kalk_Kosten} * 100);$

Auf der Basis der kalkulierten Gesamtkosten bezogen auf die Limitvorgaben können die Restlaufzeiten für Elektroverbraucher und Heizungen auf der Basis des zurückliegenden Verbraucherverhaltens ermittelt werden.

$\text{Restlaufzeit_Strom} := 365 - \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Elektroverbraucher_gesamt_Kalk_Kosten} / \text{Limit_Strom_Kalk_Kosten} * 365) -$
 $\text{Laufzeit_Tag_Real};$
 $\text{Restlaufzeit_Heizung} := 365 - \text{REAL_TO_INT}(\text{Haus_Heizung_gesamt_Kalk_Kosten} / \text{Limit_Heizung_Kalk_Kosten} * 365) -$
 $\text{Laufzeit_Tag_Real};$

Die berechneten Daten werden dem Bewohner in Form von Zahlen, Skalen oder Zeigerdiagrammen präsentiert.

Als Rechengrundlage sind die Tarife der einzelnen Energiemedien elektrische Energie, Heizung, Wasser und Abwasser zu definieren. Dies erfolgt über Scrollbars unter einem Zeigerdiagramm, in dem farblich die aktuelle Situation zusätzlich bewertet wird. Im realen Betrieb müssten die Tarife zeitaktuell vom Energieversorger übernommen werden.

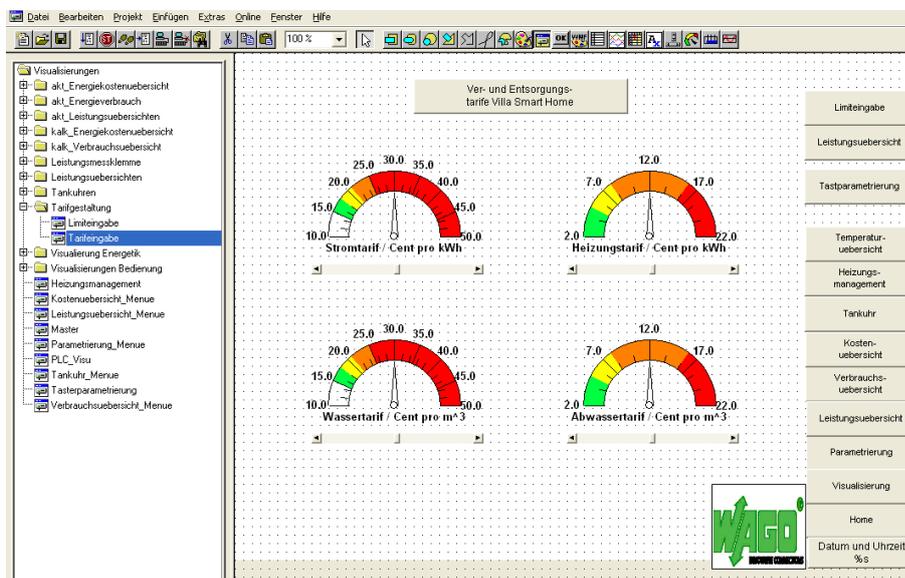


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..95 Seite zur Eingabe der Tarife

Neben den Tarifen müssen Limits vergeben werden. Die Kostenlimits entsprechen eigenen Zielvorgaben oder der Summe aller Abschlagsrechnungen. Definierbar sind Leistungs-, Verbrauchs- und Kostenlimits. Das Leistungslimit entspricht der Maximalstellung eines Gaspedals, das nicht weiter durchgetreten werden kann und damit dem Limit entspricht. Das Verbrauchslimit entspricht der Arbeit, die insgesamt abgenommen werden darf. Wird eine große Leistung über kurze Zeit eingesetzt, ist das Limit schnell erschöpft, während eine kleine Leistung über einen großen Zeitraum den gleichen Verbrauch darstellen kann. Beschränkung in der eingesetzten Leistung, sowie den Zeiträumen eingesetzter Leistung erfüllt zur Erfüllung des gesetzten Limits. Das Limit der Kosten berücksichtigt zudem variable Tarife. Wird ein Verbrauch hinsichtlich des Limits eingehalten, kann dies bei steigenden Tarifen

dazu führen, daß das Kostenlimit nicht eingehalten wird.

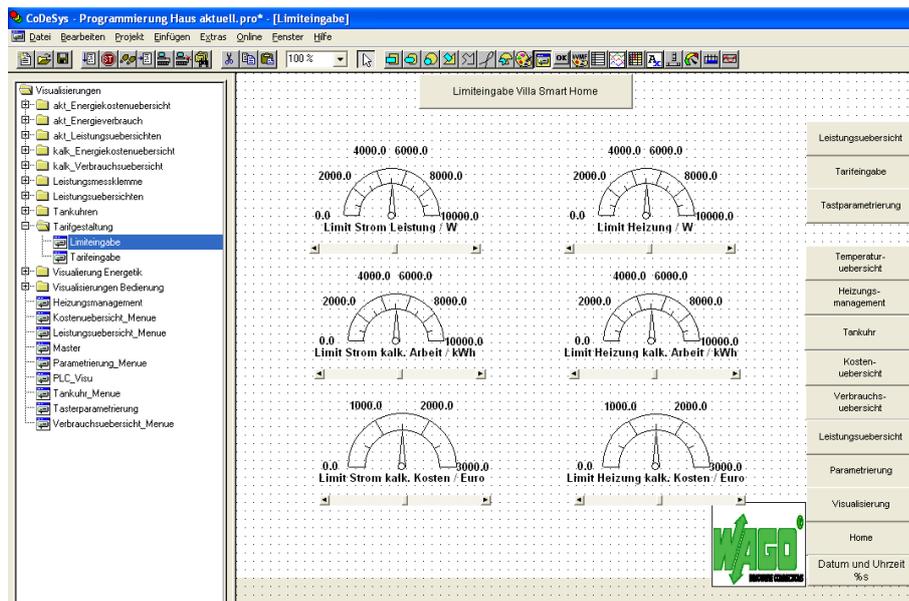


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..96 Vergabe von Limits für Leistung, Verbrauch und Kosten

Nach Start der SPS beginnt die energetische Messung und darauf basierend die Kalkulation. Im laufenden Betrieb können die Tarife manuell durch Verschiebung per Scrollbar oder direkt durch Abfrage aus dem Internet beim Energieversorger geändert werden. Die Anzeige erfolgt zeitaktuell auf der Seite Tarife. Im vorliegenden Fall wurden die Tarife für Wasser und Abwasser mit 0 vorgegeben, da sie keine Berücksichtigung finden, daher liegen die Zeiger unter dem Start der Skala.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..97 Darstellung des zeitaktuellen Tarifs

Über die Ansicht der Leistungsübersicht kann überblicksweise eine Übersicht über die aktuellen Leistungen der elektrischen Verbraucher und Heizungen in den jeweiligen Räumen und in der Bilanz erfolgen. Nach Anwahl eines Raums erhält man eine genauere Übersicht über den betreffenden Raum.

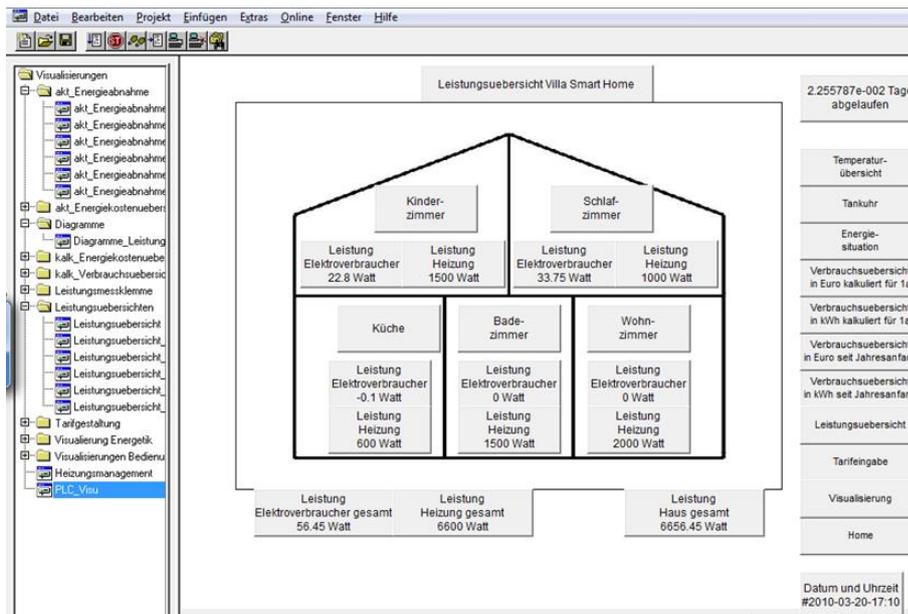


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..98 Darstellung der aktuellen Leistung in jedem Raum und in der Bilanz

Die Anzeige der einzelnen Leistungen im Kinderzimmer erfolgt über farbige Skalen. Verbraucher mit niedriger Leistung werden grün, die mit hoher Leistung rot dargestellt.

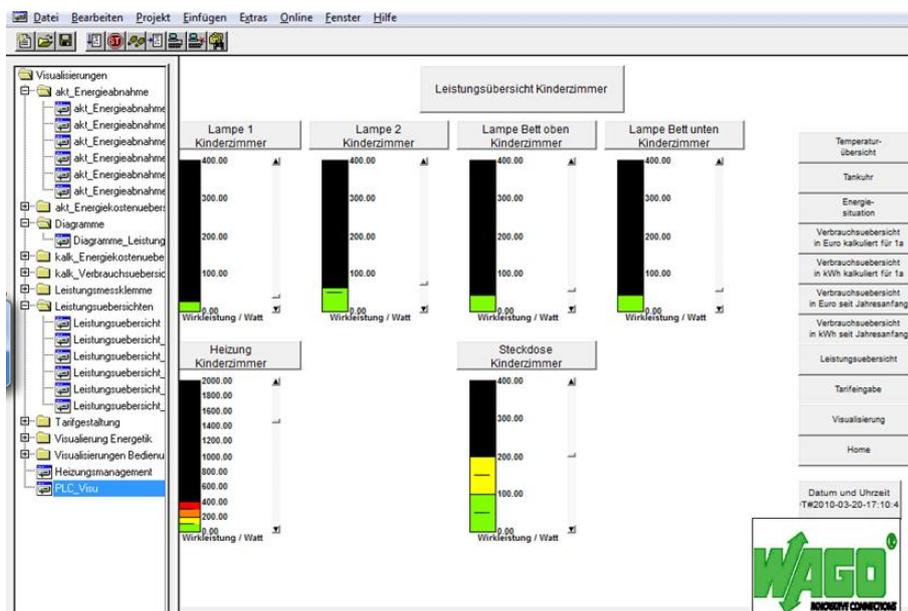


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..99 Darstellung der aktuellen Leistungen im Kinderzimmer

Entsprechend können die aktuellen Verbräuche in den einzelnen Räumen und in der Bilanz dargestellt werden. Während die Anzeige der Leistung einen gewissen Eindruck vom Energieeinsatz vermittelt, da er mit einem Gaspedal beim Auto verglichen werden kann, trifft dies beim Verbrauch nicht zu. Ohne jeglichen Bezug sind ausgewiesene kWh-Anzeigen wenig aussagekräftig.

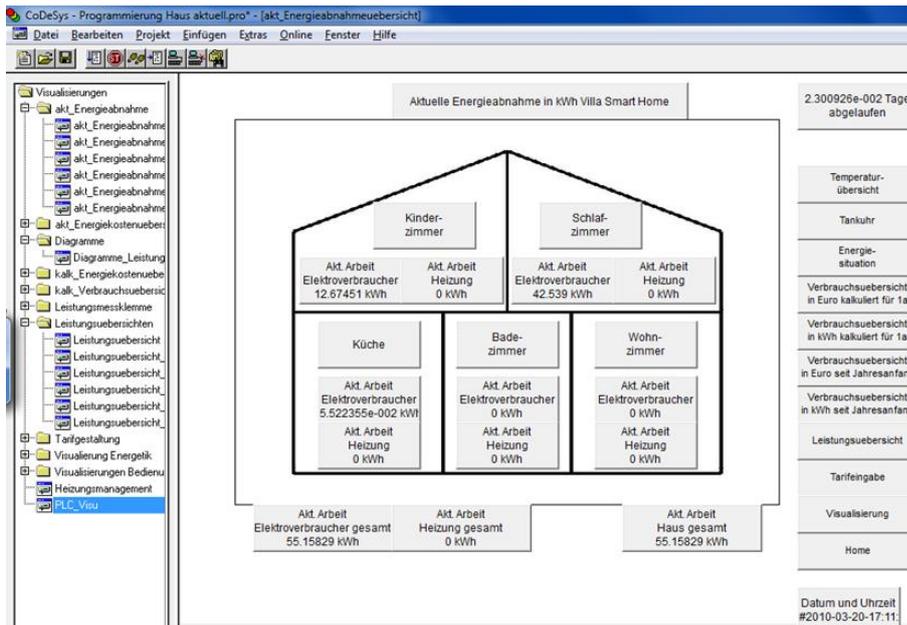


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..100 Darstellung des aktuellen Verbrauchs in jedem Raum und in der Bilanz

Interessanter erscheint die Anzeige der einzelnen Kosten in den Räumen. So können potenzielle Kostentreiber ausgemacht werden, jedoch auch ohne einen Bezug zum gesamten Jahr. Am Anfang des Jahres werden die Kosten aufgrund des fehlenden Bezuges auf das Jahr nicht tragisch erscheinen und nur gegen Ende des Jahres interessanter werden.

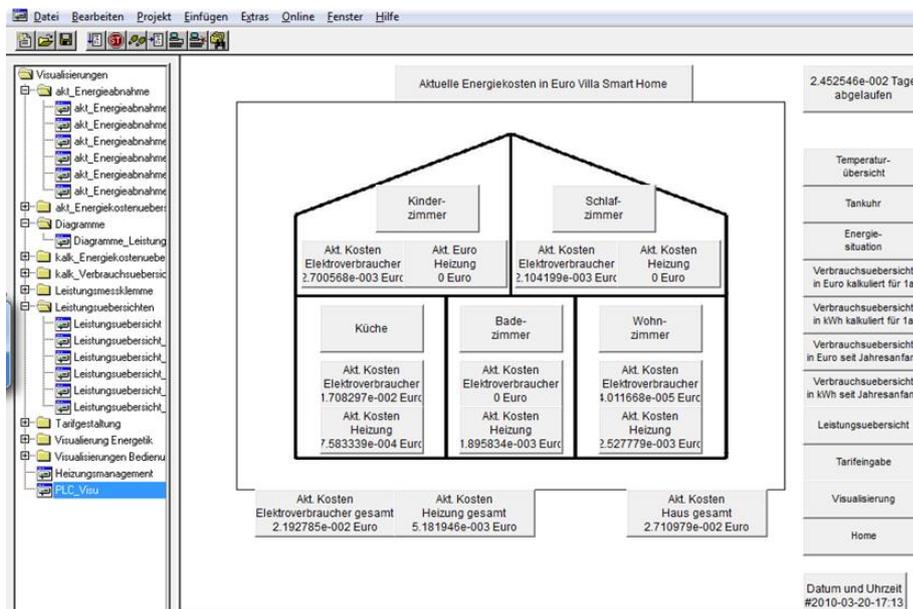


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..101 Darstellung der aktuellen Kosten in jedem Raum und in der Bilanz

Wesentlich interessanter sind die Kalkulationsrechnungen für Verbrauch und Kosten, da bereits ein Eindruck des Gesamtverbrauchs oder der Gesamtkosten entsteht. Werden in die Trendrechnung keine Jahreskorrekturen der jeweiligen Verbraucher eingebaut, so werden die kalkulierten Verbräuche und Kosten viel zu hoch liegen und damit zur Einsparung anregen.

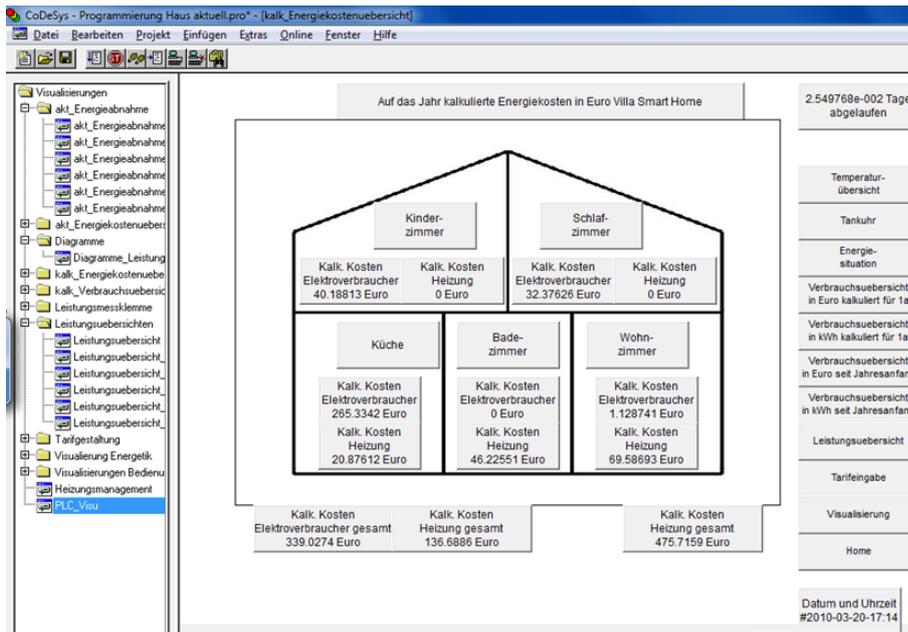


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..102 Darstellung der kalkulierten Kosten in jedem Raum und in der Bilanz

Nähere Informationen über die energetische Situation in einzelnen Räumen können über ein Anwahlmenü ausgewählt werden.

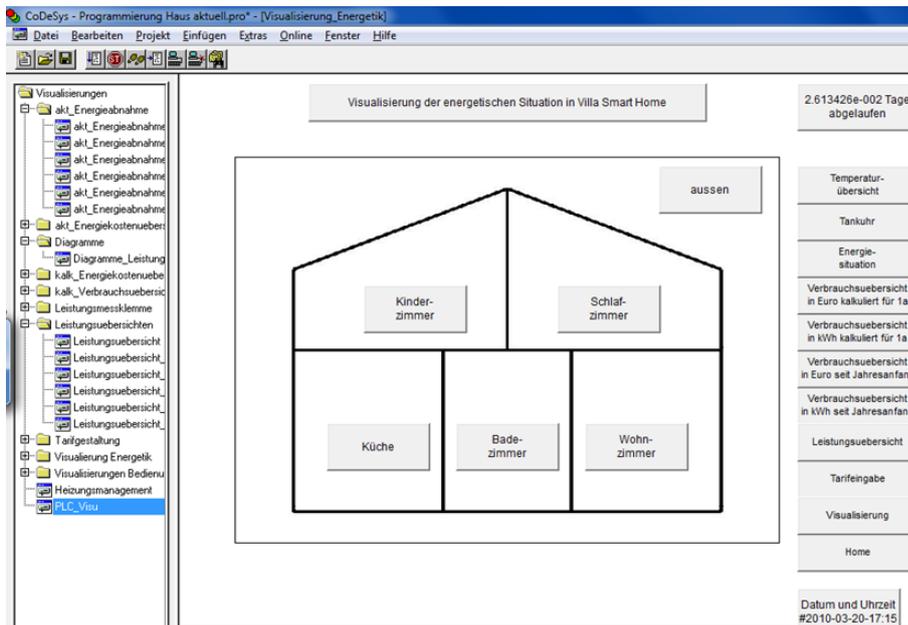


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..103 Anwahl der energetischen Situation in jedem Raum

Detailliert werden für jeden Verbraucher des jeweiligen Raumes Leistung, Verbrauch und Kosten angezeigt, dies sowohl aktuell, als auch in der Jahreskalkulation. Durch Vergleich von aktuellen und kalkulierten Daten kann durch Nachdenken eine Korrektur angeregt werden. Erneut erscheinen die Kosten interessanter als Verbräuche.

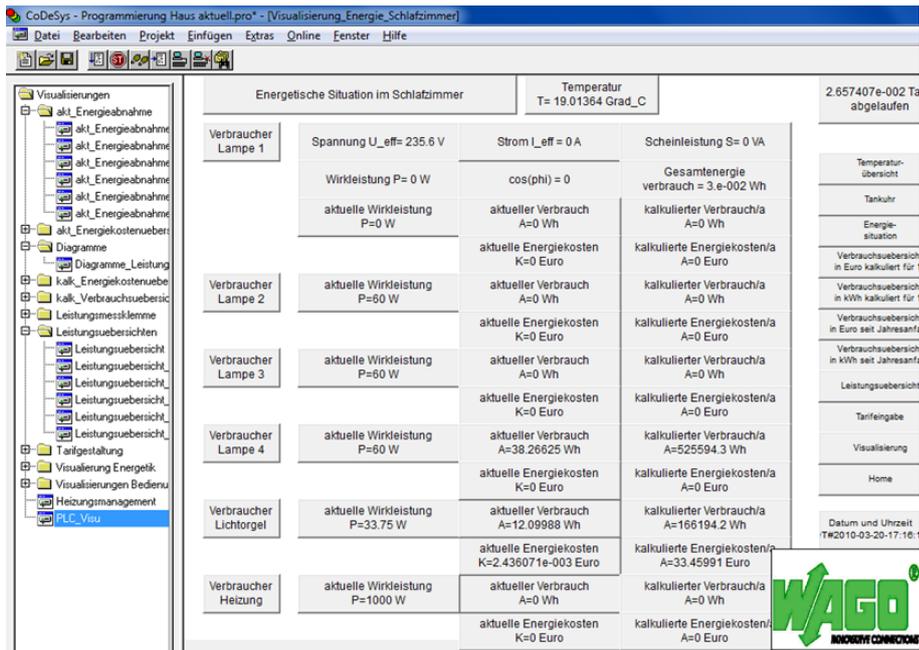


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..104 Energetische Situation im Schlafzimmer

Bei genauerer Betrachtung der Information entsteht der Eindruck lebloser Zahlenfriedhöfe, die nur bei genauerer Betrachtung in Verbindung mit einem Energieberater interpretiert werden können. Die Berechnung für die einzelnen Verbraucher ist jedoch notwendig, um überblicksweise Informationen aufbereiten zu können.

Interessanter erscheinen Zeigerinstrumente, aus denen auf der Basis von Limits Eindrücke wie z.B. Vollgas oder Leerlauf oder 5 vor 12 bei einer Uhr generiert werden können.

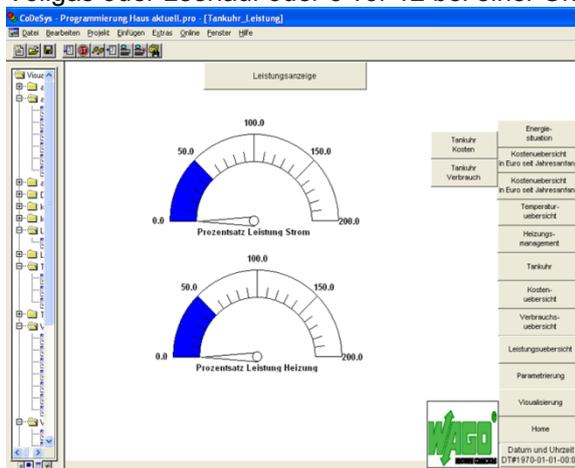


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..105 Leistungsanzeige als Zeigerinstrument

Die Leistungsanzeige auf der Basis eines vorgegebenen Limits vermittelt in Verbindung mit Farben den Eindruck eines Gaspedals. Niedrige, blau unterlegte Leistung vermittelt den Eindruck von Leerlauf und damit niedrigem Verbrauch, hohe, rot unterlegte Leistung den Eindruck von Vollgas und hohen Kosten.

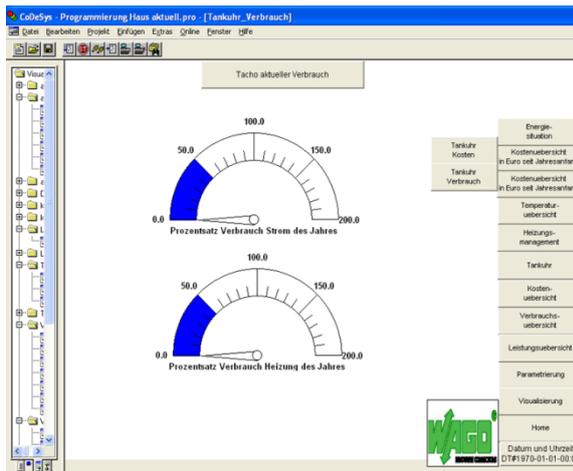


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..106 Verbrauchsanzeige als Zeigerdiagramm

Wie die Leistung kann auch der aktuelle Verbrauch auf ein Limit bezogen werden. Am Anfang des Jahres werden niedrige Verbräuche in blauer Farbe Ruhe und Beschwichtigung, rot unterlegte Verbräuche im Laufe des Jahres nur schwer interpretierbar sein.

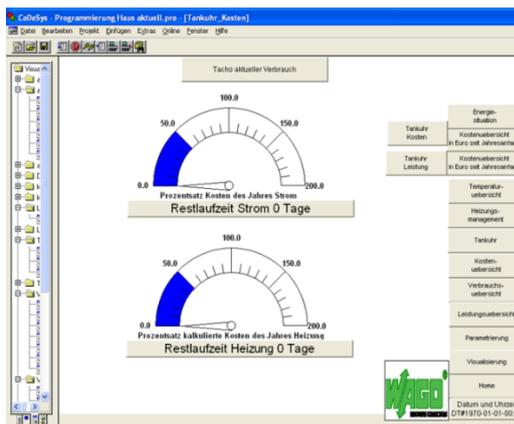


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..107 Kostenanzeige als Zeigerdiagramm und über die Restlaufzeit

Wesentlich anschaulicher ist die Anzeige der aktuellen Kosten in Verbindung mit einer Restlaufzeit auf der Basis eines Limits. Die aktuellen Kosten werden bezogen auf ein Limit im Laufe des Jahres ständig steigen, während die Restlaufzeit den Eindruck einer Tankuhr vermittelt. Wird der Tank leer, steht keine Energie mehr zur Verfügung, dies kann nur durch Verhaltensänderung oder Aufstockung des Limits korrigiert werden.

Eine gute Übersicht über die Heizungssteuerung liefert die Temperaturansicht. Blaue Rechtecke stellen abgeschaltete, rote in Betrieb befindliche Heizkörper dar. Die Solltemperaturen können über Scrollbars verändert werden, der jeweilige Sollwert wird in Verbindung mit dem Istwert angezeigt. Angezeigt werden bei aktivem Energiemanagement auch die Basis- und aktuellen Sollwerte. Sollte eine Heizsituation dazu führen, daß Limits überschritten werden, muß der aktuelle Sollwert reduziert werden, bzw. eine Automation übernimmt dies, um die Limits einzuhalten. In Verbindung mit der Außentemperatur kann ein Eindruck für die Notwendigkeit der eingesetzten Heizleistung erzeugt werden

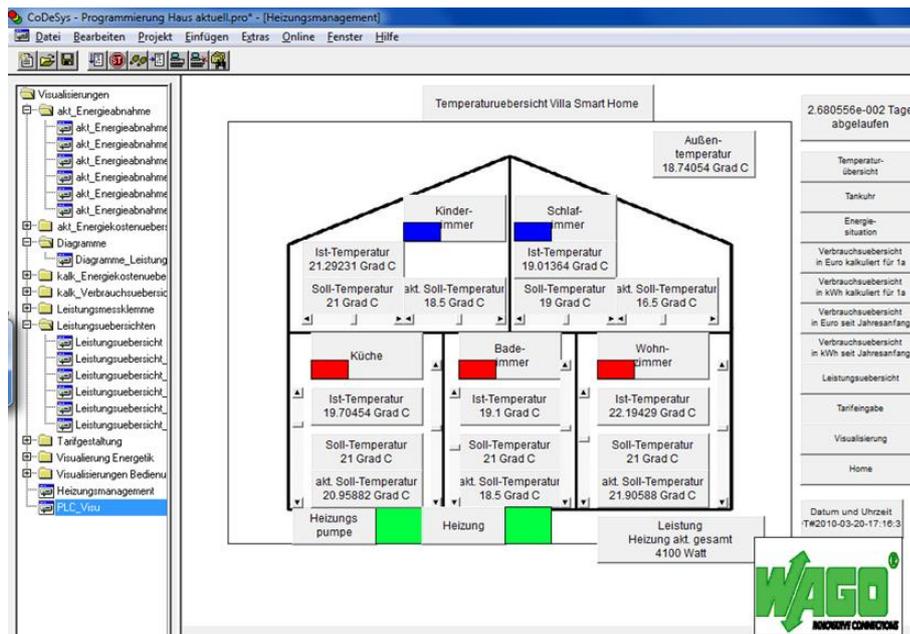


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..108 Heizungsbedienung und -anzeige

Nicht realisiert wurden in dem Demonstrationssystem typische Hinweise des aktiven Energiemanagements. Hinweisboxen mit variablem Inhalt sind jedoch mit der Codesys problemlos realisierbar.

1.1.7 Passives Energiemanagement

Die Berechnung des Energieverbrauchs in Verbindung mit Tarifen und vorgegebenen Limits kann auch direkt für passives Energiemanagement herangezogen werden. Werden Limits nicht eingehalten, kann entweder das Limit angepaßt werden, dies bedeutet Mehrkosten und damit höhere Rechnungen und Ausgleichszahlungen am Ende des Jahres, anderenfalls können Anpassungen hinsichtlich des Verbrauchereinsatzes erfolgen, dies werden Beschränkungen oder Verbraucheränderungen sein, die sich letztendlich in der Erreichbarkeit des Limits widerspiegeln können. Dieser ständige Regelprozeß kann im Rahmen des aktuellen Energiemanagements manuell oder über einen Steuer- oder Regelungsprozeß auch über ein System durch passives Energiemanagements erfolgen. Einflußmöglichkeiten auf den Verbrauch sind Abschaltungen einzelner Verbraucher oder Dimmungen oder die Absenkung von Sollwerten. Geregelt werden kann auf Leistungs-, Verbrauchs- und Kostenlimits. Leistungslimitregelung hat Einfluß auf die aktuelle eingesetzte Leistung und damit im Integral auf das ganze Jahr, während verbrauchs- und kostenbasierte Steuerung dazu führen kann, daß einige Verbraucher generell abgeschaltet werden. Aus diesem Grunde werden eher leistungsbasierte Regelungen erfolgen, während Verbrauchs- und Kostenbetrachtung eher psychologisch wirken können, um die Auswirkung von Einsparungen realisieren zu können. Die Heizungssteuerung kann korrigiert werden, indem Sollwerte bei Überschreitung von Limits zunächst in den Räumen abgesenkt werden, die verschmerzbar sind und erst im Zuge der weiteren Nichteinhaltung der Limits auch in Wohnräumen die Sollwerte reduziert werden.

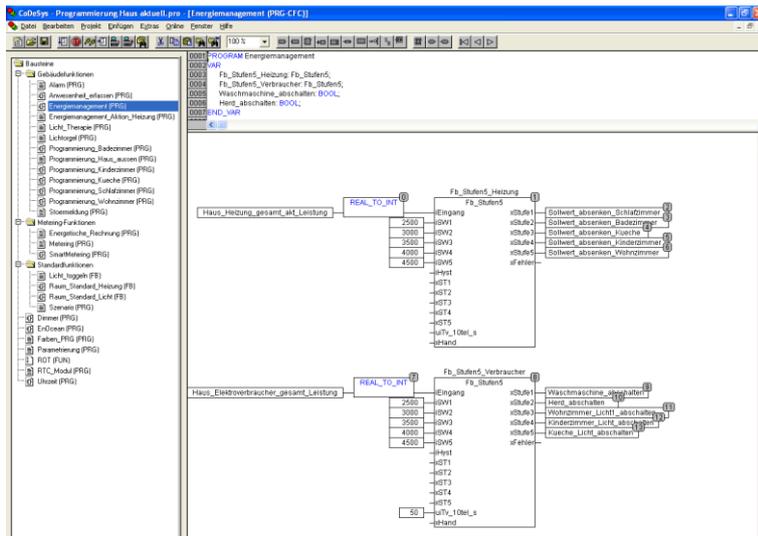


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..109 Anwendung von Stufenschaltern

Über parametrierbare Stufenschalter wird die aktuelle Leistung bezüglich 5 vorgegebener Limits überprüft und darauf basierend Abschaltzenarien aufgerufen, dies betrifft Sollwertverschiebungen der Heizung und Geräteabschaltungen.

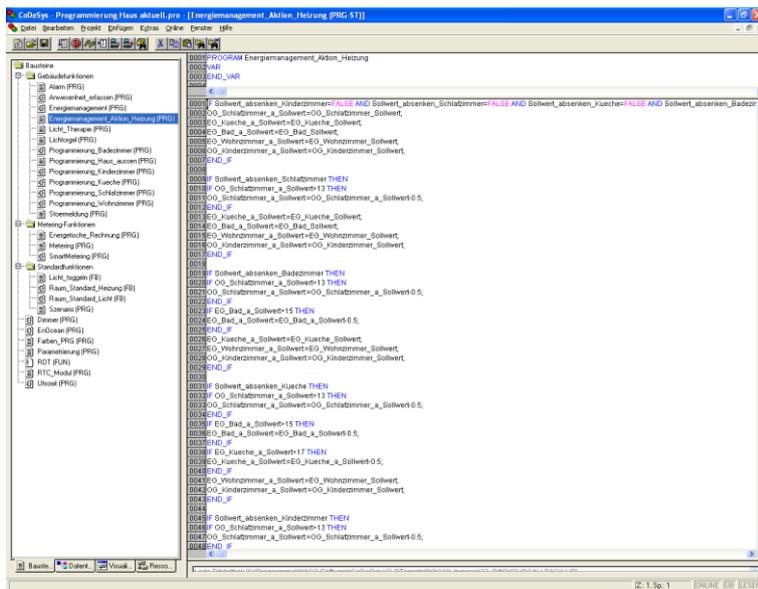


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..110 Automatische Absenkung von Sollwerten

Bei der automatischen Absenkung der Sollwerte kann ideal auf die Programmiersprache ST zurückgegriffen werden, da damit Regeln optimal in Programmcode abgebildet werden können.

```

IF Sollwert_absenken_Kinderzimmer=FALSE AND AND Sollwert_absenken_Wohnzimmer=FALSE THEN
  OG_Schlafzimmer_a_Sollwert:=OG_Schlafzimmer_Sollwert;
  EG_Kueche_a_Sollwert:=EG_Kueche_Sollwert;
  EG_Bad_a_Sollwert:=EG_Bad_Sollwert;
  EG_Wohnzimmer_a_Sollwert:=EG_Wohnzimmer_Sollwert;
  OG_Kinderzimmer_a_Sollwert:=OG_Kinderzimmer_Sollwert;
END_IF
IF Sollwert_absenken_Schlafzimmer THEN

```

```

IF OG_Schlafzimmer_a_Sollwert>13 THEN
  OG_Schlafzimmer_a_Sollwert:=OG_Schlafzimmer_a_Sollwert-0.5;
END_IF
EG_Kueche_a_Sollwert:=EG_Kueche_Sollwert;
EG_Bad_a_Sollwert:=EG_Bad_Sollwert;
EG_Wohnzimmer_a_Sollwert:=EG_Wohnzimmer_Sollwert;
OG_Kinderzimmer_a_Sollwert:=OG_Kinderzimmer_Sollwert;
END_IF
...
IF Haus_aussen_Temperatur>OG_Schlafzimmer_Sollwert+2 AND Haus_aussen_Temperatur>OG_Kinderzimmer_Sollwert+2
AND Haus_aussen_Temperatur>EG_Kueche_Sollwert+2 AND Haus_aussen_Temperatur>EG_Bad_Sollwert+2 AND
Haus_aussen_Temperatur>EG_Wohnzimmer_Sollwert+2 THEN
  Heizungspumpe_aus:=TRUE;
  Heizung_aus:=TRUE;
ELSE
  Heizungspumpe_aus:=FALSE;
  Heizung_aus:=FALSE;
END_IF
IF EG_Kueche_Heizung=FALSE AND EG_Bad_Heizung=FALSE AND EG_Wohnzimmer_Heizung=FALSE AND
OG_Kinderzimmer_Heizung=FALSE AND OG_Schlafzimmer_Heizung=FALSE THEN
  Heizungspumpe_aus:=TRUE;
ELSE
  Heizungspumpe_aus:=FALSE;
END_IF

```

In der Heizungsregelung ist auch die Steuerung der Heizungspumpe und des Heizkessels enthalten. Bei dauerhafter Überschreitung der Sollwerte kann die Heizung abgeschaltet werden, sollten die Sollwerte aller Räume eingehalten werden, kann die Heizungspumpe heruntergefahren oder eingeschaltet werden. Das vorgestellte Skript ist lediglich ein Prototyp, um die prinzipielle Vorgehensweise zu demonstrieren. Die Auswirkungen der Sollwertanpassung kann anhand der Temperaturübersicht überprüft werden.

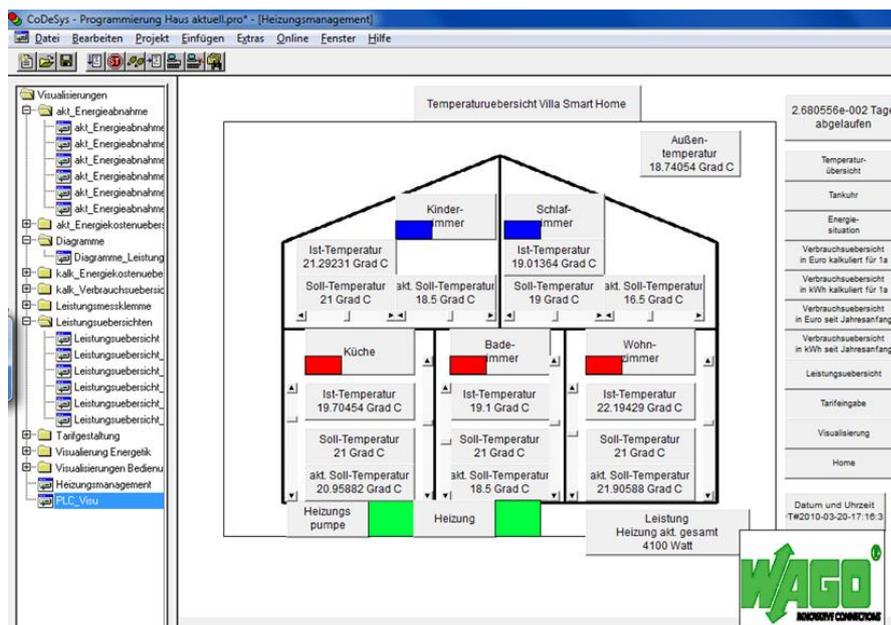


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..111 Auswirkungen der aktiven Sollwertanpassung

1.1.8 Gebäudeautomation

Gebäudeautomationsfunktionen können über vorgefertigte Funktionen bei Nutzung gebäudespezifischer Bibliotheken oder über angepasste eigene Funktionsblöcke realisiert werden. Dem Programmcode ist eine einfache Triggereauswertung eines Tasters zu entnehmen, mit der ein Verbraucher umgeschaltet wird. Der Code kann beliebig auf Auswertung von Single- oder Doubleclick oder kurze oder lange Betätigung erweitert werden.

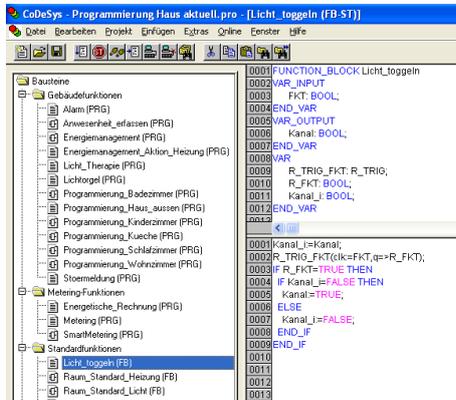


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..112 Realisierung einer einfachen Umschaltfunktion

Die Standardfunktionen für die Schaltung von Aktoren bei Auswertung weiterer Variablen kann in einem entsprechenden Funktionsblock zusammengefaßt werden. Im Beispiel wird ein Taster je nach Parametrierung auf Single-/Doubleclick oder Kurz-/Lang-Betätigung ausgewertet und in Verbindung mit dem Haus-ist-verlassen-Zustand und einer anwählbaren Überwachung des Tastvorgangs die Schaltfunktion umgesetzt.

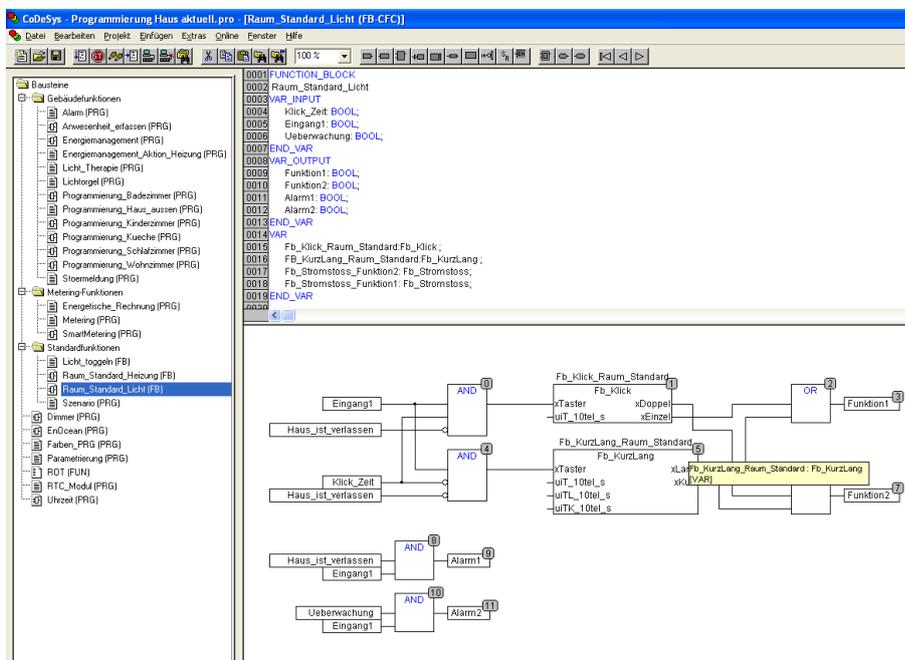


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..113 Komplexe Taster- und Zustandsauswertung in CFC

Auch für die Steuerung von Heizungen stehen in den WAGO-Bibliotheken Bausteine zur Verfügung, mit denen komplexe Heizungssteuerungen aufgebaut werden können. Der Baustein wurde zur weiteren Verwendung in einen gebäudespezifischen Baustein eingebaut, um die Anzahl der Über- und

Rückgabevariablen zu reduzieren. Übergeben werden Raumtemperatur, Sollwerte und Zustände, die Heizung wird direkt angesteuert.

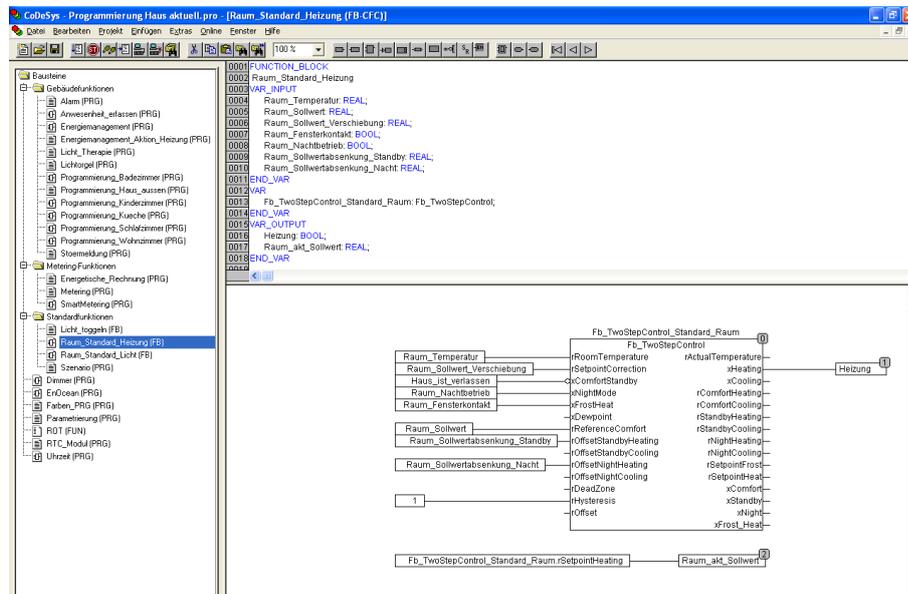


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..114 Funktionsbaustein zur Heizungssteuerung

Über einen Szenarienbaustein können gezielte Raumsituationen eingestellt werden, so beispielsweise die Abschaltung aller nicht notwendigen Verbraucher bei verlassenen Haus oder der Abwesenheit einzelner Bewohner.

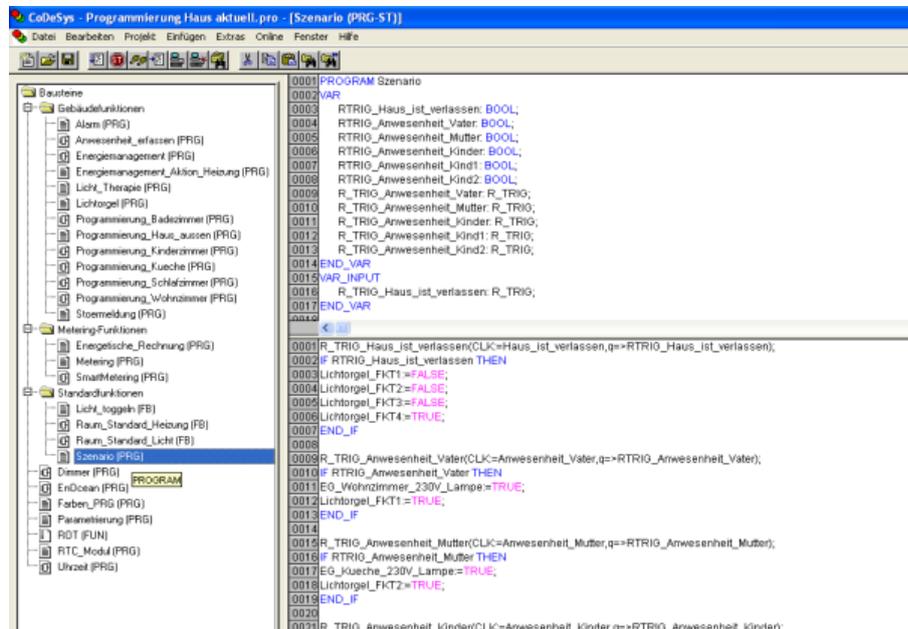


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..115 Szenarienbaustein

Die Verwendung der Programmiersprache ST erleichtert die Umsetzung von Regeln erheblich.

```
R_TRIG_Haus_ist_verlassen(CLK:=Haus_ist_verlassen,q=>RTRIG_Haus_ist_verlassen);
IF RTRIG_Haus_ist_verlassen THEN
Lichtorgel_FKT1:=FALSE;
Lichtorgel_FKT2:=FALSE;
```

```

Lichtorgel_FKT3:=FALSE;
Lichtorgel_FKT4:=TRUE;
END_IF
R_TRIG_Anwesenheit_Vater(CLK:=Anwesenheit_Vater,q=>RTRIG_Anwesenheit_Vater);
IF RTRIG_Anwesenheit_Vater THEN
EG_Wohnzimmer_230V_Lampe:=TRUE;
Lichtorgel_FKT1:=TRUE;
END_IF
...

```

Alle Einzelfunktionen eines Raumes werden in Programmen der einzelnen Räume angelegt. Es entstehen komplexe Zusammenhänge, die einfach über die grafisch orientierte Programmiersprache CFC oder in strukturierter Form über ST realisiert werden. Die notwendigen Variablen müssen ggf. parametrisiert werden, soweit sie nicht unter „Globale Variablen“ direkt Ein- und Ausgänge darstellen, zudem müssen die Instanzierungen der einzelnen Bausteine parametrisiert werden.

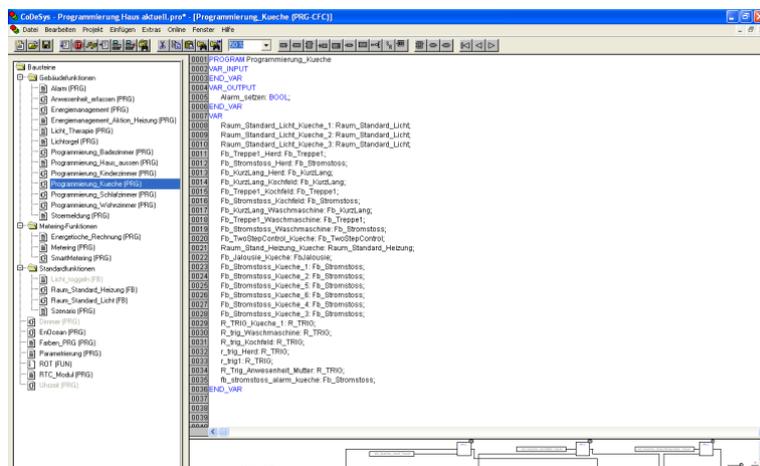


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..116 Parametrierung der Programme der einzelnen Räume

Die Funktion zwischen Tasterauswertungen und Stromstoßschaltern ist sehr komplex und kann nur durch strukturierte Anordnung der Bausteine übersichtlich gestaltet werden.

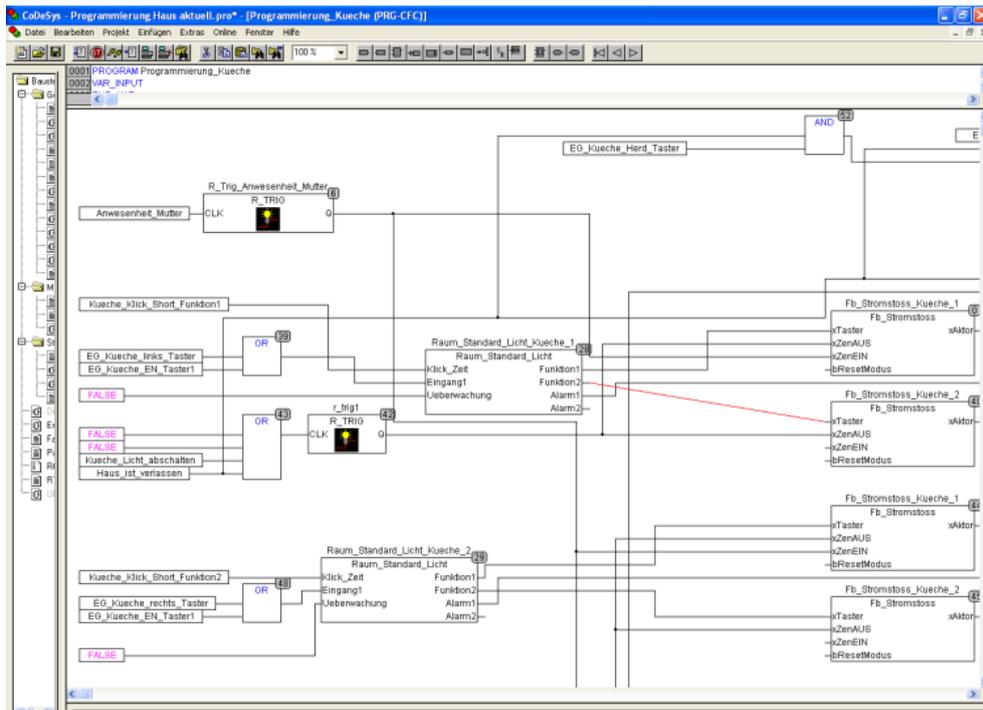


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..117 Programmierung der Funktionen eines Raumes

Im jeweiligen Raumprogramm sind auch die Heizungs- und Jalousiesteuerungen übersichtlich enthalten.

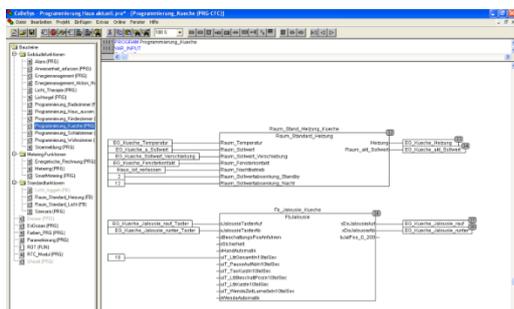


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..118 Anordnung von Heizungs- und Jalousiebaustein im Programm eines Raumes

Die Auswertung von Sub-Bussystemen, wie z.B. EnOcean oder KNX/EIB, kann in speziellen Bausteinen erfolgen. Angelegt wird der Masterbaustein, über den in Verbindung mit der EnOcean-Klemme auf die einzelnen EnOcean-Busteilnehmer, sowie die Bausteine, über die auf EnOcean-Taster und Raumthermostate zugegriffen wird.

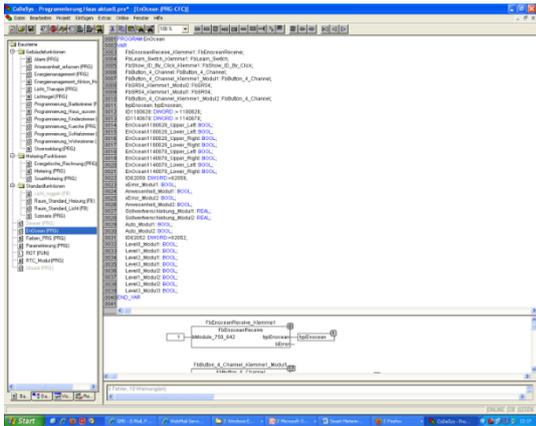


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..119 Programmierung eines EnOcean-Gateways

Realisiert in der Programmiersprache CFC können die einzelnen EnOcean-Bus-Teilnehmer wie reale Geräte behandelt werden, denen eine EnOcean-ID am Eingang und eine Auswertung der einzelnen Tasten oder Zustände an den Ausgängen entgegenstehen. Die graphische Programmierung erleichtert hier den Überblick.

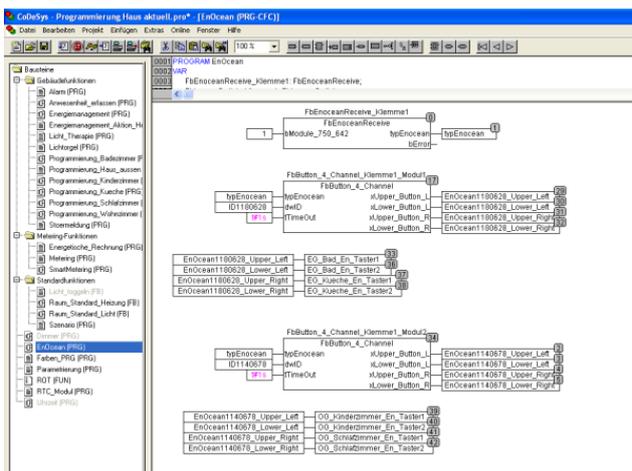


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..120 Auswertung der EnOcean-Taster

Auch die Raumthermostate können übersichtlich ausgelesen werden. Über spezielle Bausteine kann die ID von EnOcean-Teilnehmern bei Betätigung ermittelt werden.

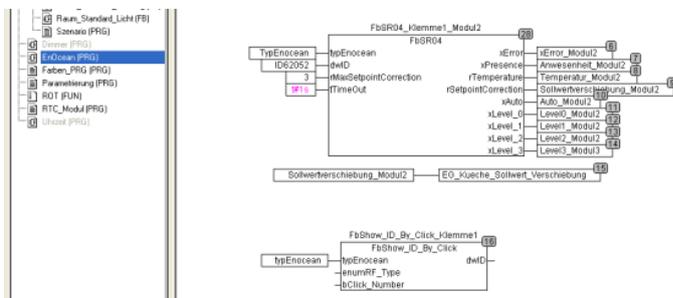


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..121 Auswertung von EnOcean-Raumthermostaten

1.1.9 Einbindung von Komfortfunktionen

In Verbindung mit der Programmierung der Gebäudeautomation werden viele Komfortfunktionen be-

reits realisiert. In Verbindung mit der Visualisierung kann die Visualisierung zur Komfortsteigerung Verwendung finden. Um die Farbvielfalt zu erhöhen, können Farben eigenständig deklariert werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..122 Deklaration von Farben für die Visualisierung

Zu den ständig nachgefragten Funktionen einer Gebäudeautomation zählt auch die freie Parametrierbarkeit von Tasterfunktionen, wie z.B. die Veränderung von Tastzeiten oder der Wechsel von Einfach-/Zweifach- nach Kurz-/Lang-Click oder generell die freie Zuweisung von Tastfunktionen zu Aktoren, dies im laufenden Betrieb. Die erste Forderung kann einfach durch Vordefinition von zwei unterschiedlichen Tasterauswertungen und Parametrierung über die Visualisierung sein. Forderung 2 ist nur bei gewisser Einschränkung der verwendeten Funktionalitäten und Anordnung der Tasten und Aktoren in einer Matrix realisierbar, wobei die Zuordnung über eine Betätigungsart im zugehörigen Matrixfeld erfolgt. Durch einfaches Anklicken der Funktion und Zuweisung einer Zahl aus einem Popup-Menü erfolgt dann die Programmierung vor dem Hintergrund einer laufenden, programmierten Automations-Engine. Diese Forderungen wurden in einem Demonstrationsmodell und auch in zwei realen Projekten bereits umgesetzt.

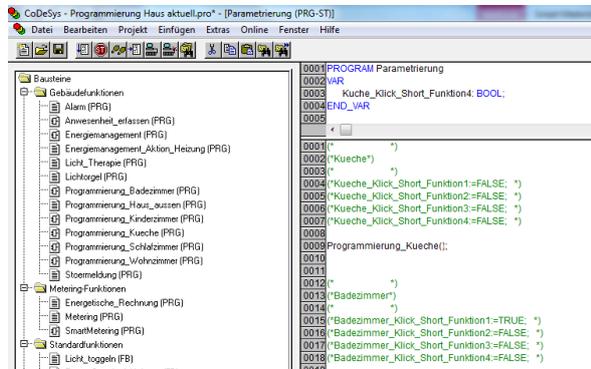


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..123 Definition von Tasterfunktionsvariablen

Die Parametrierung der Taster erfolgt in der Visualisierung durch Anklicken des entsprechenden Buttons mit Anzeige über Farben.

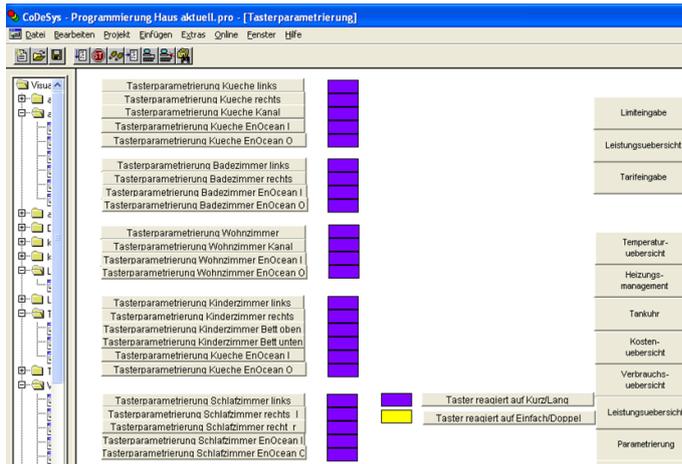


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..124 Parametrierung von Tastern über ein Menü

Durch die gute Programmierbarkeit können bei dimmbaren Leuchten auch Funktionen wie Szenen oder Therapielichter in Saunen oder Bädern realisiert werden.

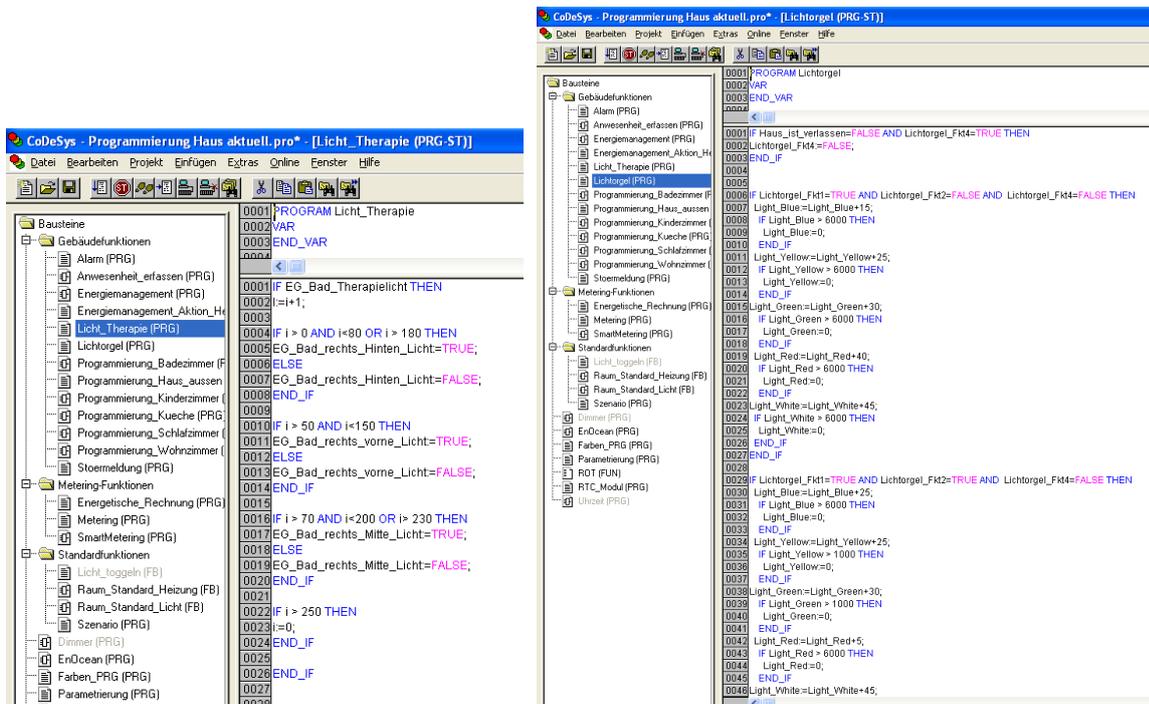


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..125 Programmierung wechselnder Beleuchtung in einem Raum

Die gesamte Komfortsteuerung erfolgt über ein stilisiertes Haus, bei dem durch Klick auf einen Button der jeweilige Raum gesteuert werden kann.

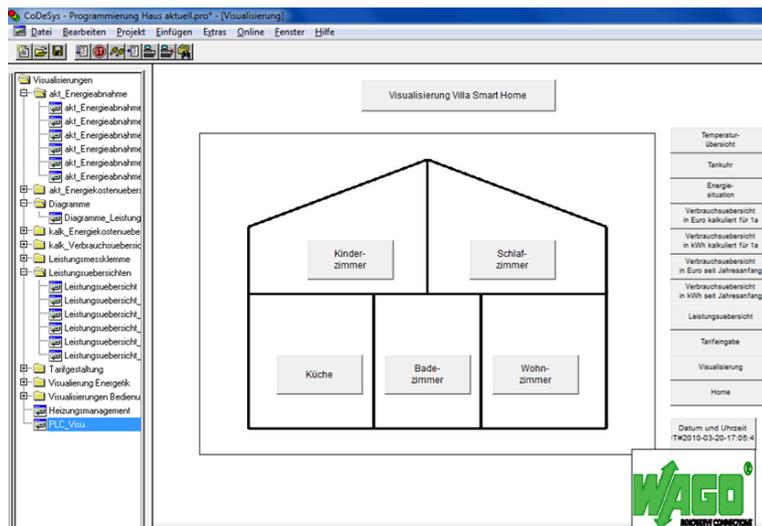


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..126 Navigation in der Visualisierung

Die Bedienung der Funktionen kann durch tabellarische Darstellung, die der Anwendung in Smart Phones nahekkommt, oder durch graphische Elemente und Darstellungen auch in Verbindung mit Hintergrundrunden erfolgen. Im vorliegenden Fall wird eine einfache graphische Visualisierung vorgestellt.

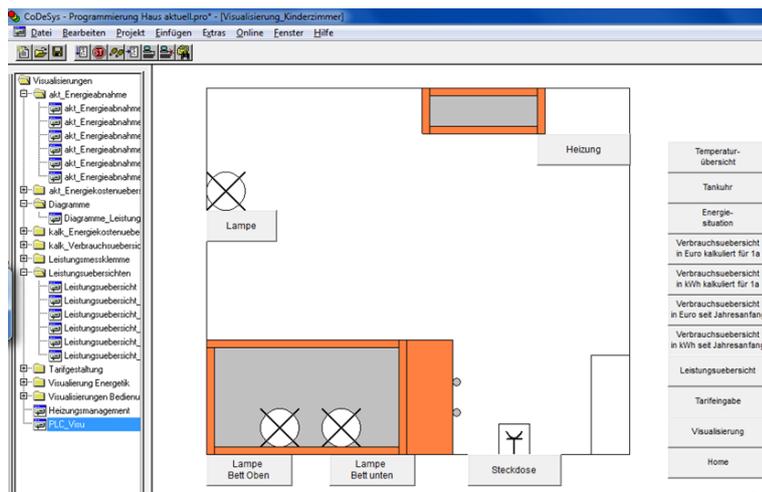


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..127 Visualisierung der Verbraucher im Kinderzimmer

1.1.10 Einbindung von Sicherheitsfunktionen

Die Realisierung von Sicherheitsfunktionen ist bereits in der Gebäudeautomation bei der Tasterauswertung enthalten. Während bei bewohntem Haus auf Tastendruck Funktionen ausgelöst werden sollen, weist die Betätigung bei Abwesenheit auf unberechtigtes Eindringen hin und kann die Sicherheitsfunktionen unterstützen. Auch ist einfach eine Überwachung des Kinderzimmers realisierbar, indem das jeweilige Kinderzimmer auf Überwachung geschaltet und damit die Betätigung von Lichttastern zu überwachen. Der Einbindung weiterer Sicherheitsfunktionen, wie z.B. Rauch- oder Bewegungsmeldern sind in Verbindung mit Kommunikationseinrichtungen problemlos realisierbar. Weitere Sicherheitsfunktionen sind das Melden eingeschalteter Geräte bei verlassenem Haus, wie z.B. des Bügeleisens oder des Ofens.

Andererseits können Störmeldungen in Verbindung mit Metering generiert werden. Ist ein Gerät de-

fekt, aber eingeschaltet, so fließt kein Strom, dies kann ebenso detektiert werden wie zu großer Stromfluß zur Detektion von Überlastungen oder Kurzschlüssen.

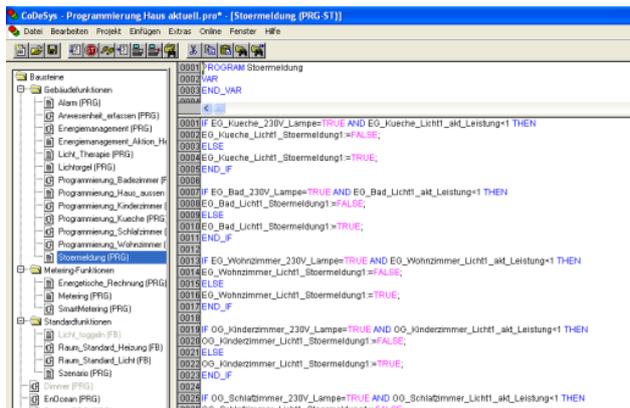


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..128 Überprüfung von Stromkreisen

Die Gebäudeautomation wird unterstützt durch Anwesenheitsmeldungen. Über Kartenschalter oder Transponder kann die Anwesenheit der einzelnen Bewohner registriert werden.

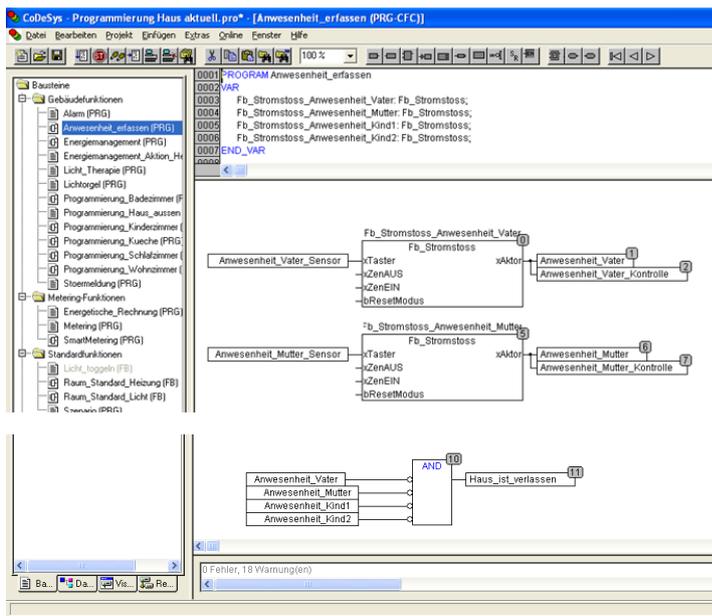


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..129 Auswertung der Anwesenheit

Alarmer werden resultierend aus verschiedenen Funktionen ausgelöst und auf einer Visualisierungsseite angezeigt, protokolliert oder per SMS oder E-Mail weitergeleitet.

von Graphiken und sonstigen Erweiterungen um Multifunktionalität kann die WAGO-SPS ideal in IP-Symcon integriert werden, um von diesem die Datenspeicherung und Graphikgenerierung übernehmen zu lassen.

Es konnte aufgezeigt werden, daß die vollständige Implementation von Smart Metering in einem Gebäudeautomationssystem sehr aufwändig ist. Die Programmierung des Systems erfordert insbesondere mathematische Fähigkeiten und graphische Darstellungsmöglichkeit. So wie beschrieben ist das vollständige Gebäudeautomationssystem hinsichtlich der Anwendung auf ein Gebäude ein Solitär. Aus diesem Grunde wurde ein Folgeprojekt gestartet, mit dem bei Verwendung von Feldern (Arrays) und Datentypen, die sowohl instanziiert Programme, als auch Variablen enthalten, eine Gebäudeautomation auf der Basis einer tabellenartigen Planung zu erstellen. Hierbei sind einige wenige Abstriche an die flexible Gestaltung der Automation hinzunehmen. Im Gegenzug ist nur noch die Anzahl der Geschosse, der Räume in den Geschossen und der Funktionen wie Beleuchtung, Geräte, Jalousien, Heizungen in den einzelnen Räumen zu definieren. Dies ermöglicht direkt die Implementation von Smart Metering, da sich die Aufgabenstellung des Meterings lediglich auf der Basis der Geräte wenig ändert. Das Projekt ist soweit fortgeschritten, daß sowohl WAGO-IO, als auch EnOcean-Taster, KNX/EIB- und DALI-Geräte berücksichtigt werden können. Damit verbunden ist auch die variable Zuordnung von Tastern zu Aktorfunktionen, die über eine indizierte Matrix erfolgt. Bei konkreter Fortsetzung des Projekts könnte die Projektierung einer Gebäudeautomation sich auf ein Bauherrengespräch reduzieren, dem die Auswahl der Hardware folgt und beides in eine einfache Parametrierung eines standardisierten Gebäudeautomationssystems übergeht.

Mittlerweile hat WAGO (Stand 2020/2021) sowohl hinsichtlich der Hardware und der Software entsprechend der Codesys in der Version 3.0 große Sprünge gemacht, die die Anwendbarkeit der WAGO 750 für Wohn- und Mietshäuser optimiert.