

1.1 PEHA PHC

Das Peha PHC House-Control System ist ein auf dem RS485 Standard basierendes Bussystem. Es wird über eine zentrale Steuerung realisiert, das heißt, dass die an den Bus angeschlossenen Module keine Intelligenz beinhalten und ihre kompletten Befehle und Anweisungen aus der zentralen Steuerung über den inneren RS 485-Bus erhalten. Dieser Bus ist an der unteren Seite der Steuerungseinheit angeordnet. Hierüber werden die Module an die Steuerung angebunden. Damit ist PEHA-PHC mit einem SPS-System vergleichbar. Es stehen unter anderem Ausgangs-, Eingangs-, Dimmer-, Jalousie und UP-Module zur Verfügung.

Die Firma Paul Hochköpfer GmbH & Co. KG aus Lüdenscheid vertreibt seit Mitte 1997 das PEHA-House-Control-System unter dem Namen PHC, desweiteren erfolgt der Vertrieb kompatibler Produkte über das Unternehmen ABN und kurzzeitig unter dem Namen OBO-Bus über OBO Bettermann. Damit bietet PEHA eine wirtschaftliche Gebäudesystemsteuerung für den privaten Wohnungsbau sowie für kleinere und mittlere Objekte im Gewerbebereich. Das PHC-System lässt sich als eine Variante eines RS 485-SPS Systems betrachten, das auf die Bedürfnisse der Gebäudesystemtechnik abgestimmt ist. PHC unterscheidet sich von der konventionellen Elektroinstallation durch die konsequente Trennung von Steuer- und Laststromkreisen. Die Steuerstromkreise arbeiten mit einer Schutzkleinspannung von 24V Gleichspannung.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..1 Peha PHC-Systemaufbau

Die max. 64 dezentralen Module je Steuereinheit, wobei insgesamt 32 von einem Typ verbaut werden dürfen, werden über eine Vierdrahtleitung an die Zentrale angeschlossen. Um eine Busverbindung zwischen den Modulen auf der Hutschiene im Stromkreisverteiler herzustellen, ist eine 4-, bzw. 6-polige Busleitung mit Modularsteckern zu verwenden, desweiteren ist ein Verkabelung über 4-adriges Telefonkabel möglich. Die max. Gesamtlänge des PHC-Busses ist auf 1000m begrenzt. Dabei beträgt die Kommunikationsgeschwindigkeit 19200 bit/s. An diese Module werden dann die Eingangsstromkreise und die zu steuernden Stromkreise (Ausgangsstromkreis) angeschlossen. Die Module sind Reiheneinbaugeräte zum Aufrasten auf Hutschienen, die in einer oder mehreren Verteilungen platziert werden. Zusätzlich stehen Unterputzmodule für die Montage von Taststellen vor Ort zur Verfügung. Die PHC-Module kommunizieren untereinander auf einer Busleitung.

Die Verknüpfung von Eingängen mit Ausgängen wird mit dem PC bzw. Notebook und der kostenlosen PHC-Projektierungssoftware festgelegt und in der Steuereinheit verwaltet. Alle Module werden von der zentralen Steuereinheit ausgewertet bzw. aktiviert. Die Steuereinheit verwaltet auf dem internen Bus bis zu 256 Ein- und Ausgänge, 128 Schaltzeituhren und 256 Merker und bietet damit umfangreiche Automatisierungsfunktionen.

Maximal 8 Steuereinheiten können bei Verwendung von Steuereinheiten mit Vernetzung über RS 485 und 16 bei Verwendung der Ethernet-IP-basierten Steuereinheiten über einen Bus kommunizieren. Für größere Objekte stehen somit maximal 2048, bzw. 4096 Ein- und Ausgänge bei Ethernet-IP zur Verfügung.

1.1.1 Typische Geräte

Typische Geräte im PEHA-PHC sind Systemkomponenten, dies sind Stromversorgung, Steuereinheit (Controller) und Busverteiltermodul, sowie verschiedene Module als Teilnehmer im Bus.

1.1.1.1 Systemkomponenten



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..2 PEHA-PHC-Stromversorgung [PEHA]

Die Stromversorgung kann kostengünstiger durch ein 24V-Netzteil aus dem Industrieautomationsbereich ersetzt werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..3 PEHA-PHC-Steuereinheit (rechts mit LAN-Zugang)

Auf die Steuereinheit kann über den PC über eine serielle und eine USB-Schnittstelle oder dem IP-Controller über Ethernet oder USB zugegriffen werden.

1.1.1.2 Sensoren

Als Sensoren stehen Eingangsmodule für die Hutschiene mit mehreren Eingängen zur Verfügung, sowie Analogmodule, mit denen analoge Signale über Schwellwerte umgesetzt im Bussystem verfügbar gemacht werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..4 PEHA-PHC-Eingangsmodul mit 16 Eingängen und Rückmelde-LEDs

Zusätzlich stehen Unterputzmodule bereit, auf die Taster mit 1, 2 oder 4 Tasten, sowie Raumthermostate und Infrarotzugänge zu Fernsteuerungen aufgerastet werden können. Die Taster verfügen über Anzeigeelemente als Rückmeldung in Form von LEDs und beleuchtbaren Beschriftungsfeldern. Um das PHC-System kostengünstig zu gestalten, können an die UP-Module zusätzlich bis zu 4 weitere konventionelle Kontakte, Schalter oder Taster aufgeschaltet werden.

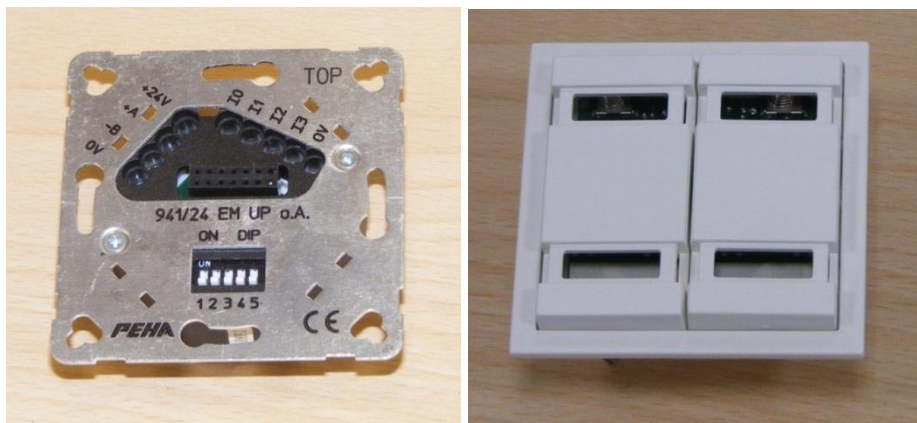


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..5 PEHA-PHC-4fach-Taster

1.1.1.3 Aktoren

Als aktorische Elemente im Bus stehen schalt- und dimmbare Module, sowie Analogmodule zur Verfügung, die je nach Ansteuerung eine entsprechende Spannung anliegen haben.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..6 PEHA-PHC-8fach-Ausgangsmodul

Das 8fach-Ausgangsmodul verfügt über 8 Ausgänge mit unterschiedlicher Belastbarkeit der Ausgänge. Defekte Relais können wie beim KNX/EIB nicht einzeln ersetzt werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..7 PEHA-PHC-2fach-Phasenabschnittsdimmer

Bei den Dimmermodulen sind jeweils 2 Ausgänge verfügbar, die als An- und Abschnittsdimmer verfügbar sind.

Ein DALI-Gateway rundet das aktorische Portfolio um DALI als Subsystem ab.

1.1.2 Programmierung

1.1.2.1 Programmierung mit der PEHA PHC Systemsoftware

PEHA ist eines der wenigen Unternehmen, das ein Programmiersystem verfügbar gemacht hat, mit dem der Einstieg in die Gebäudeautomation sehr einfach möglich ist. Zur Verfügung stehen die Basis- und Funktionsprogrammierung, sowie eine weitere grafikbasierte Variante, die separat verfügbar gemacht wurde. Die PHC-Software ist kostenlos von der PEHA-Homepage herunterladbar und benötigt nur geringe Ressourcen. Nach Aufruf fordert das Programm auf ein neues Projekt anzulegen oder ein bestehendes aufzurufen.

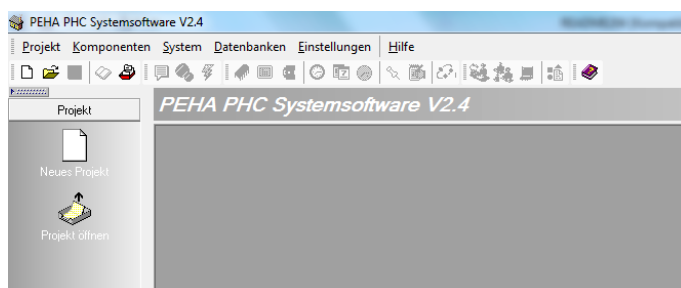


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..8 PHC-Software nach dem Aufruf

Über den Button „Neues Projekt“ wird der Dialog zur Neuanlage eines Projekts aufgerufen. Der Anwender wird aufgefordert das Projekt mit einer Projektnummer und einem Namen, sowie wenn nötig weiteren Parametern zu definieren. Der Elektroinstallateur hat damit die Möglichkeit seinen Kundenstamm zu pflegen. Im nächsten Zug legt die Software ein Datenfile an.

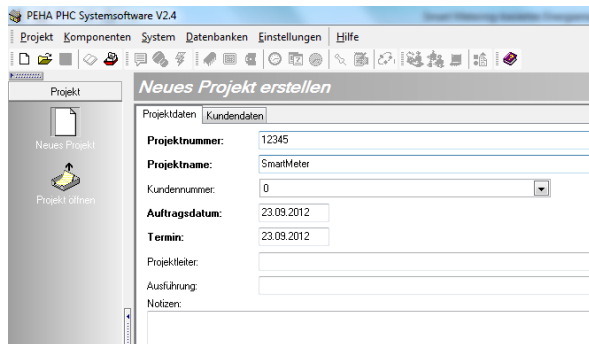


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..9 Anlage eines neuen Projekts

Umgehend nach Anlage des neuen Projekts können die Komponenten des PHC-Systems, dies sind Steuereinheiten zum Aufbau eines Netzwerks, Displays, Module, Uhren, Merker, Anzeigetexte und Visualisierungen übersichtlich angelegt werden. Für den Aufbau eines Gebäudeautomationssystems sind zunächst Module anzulegen und parametrieren. Hierzu wird das Module-Menü aufgerufen und durch Betätigung von „+“ mit der Maus die Modultypen, dies sind Eingangs-, Ausgangs-, Dimmer-, Analog- und Multifunktionsmodule, angelegt. Je nach Auswahl des Modultyps kann das verwendete Modul aus der Liste ausgewählt werden. Im Beispiel wurde ein Eingangsmodul 230 Volt ausgewählt. In der aktuell 10/2012 verfügbaren Version 3.x können gleichzeitig die Visualisierungsobjekte angelegt werden.

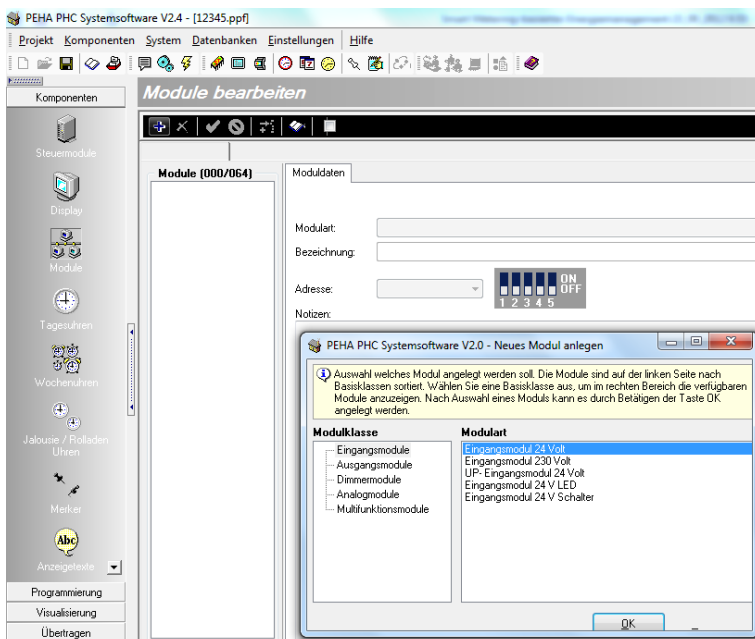


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..10 Auswahl eines Eingangsmoduls

Das Eingangsmodul muß anschließend näher parametriert werden, dies kann jedoch auch nach Auswahl aller verwendeten Module erfolgen. So wird im nächsten Schritt zum bereits ausgewählten

Eingangsmodule, erkennbar unter Module (1/64), ein Ausgangsmodul, in diesem Falle ein Ausgangsmodul 10 A ausgewählt.

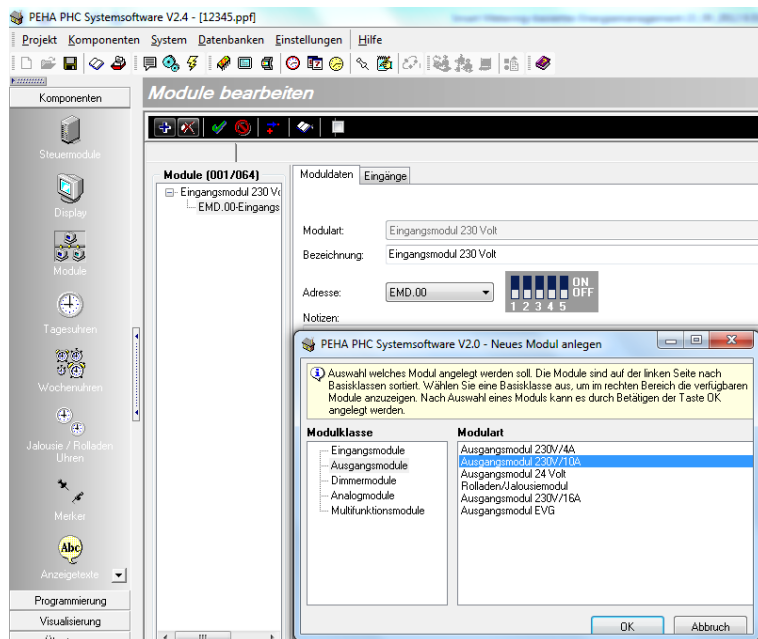


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..11 Auswahl eines Ausgangsmoduls

Im nächsten Schritt werden die Module parametrisiert. Hierzu sind die Ein- oder Ausgänge entsprechend zu beschriften, Rückmeldungen und Visualisierungen freizuschalten. Nur die bezeichneten Eingänge können später in der Anwendung für die Programmierung genutzt werden, dies erhöht die Übersicht erheblich.

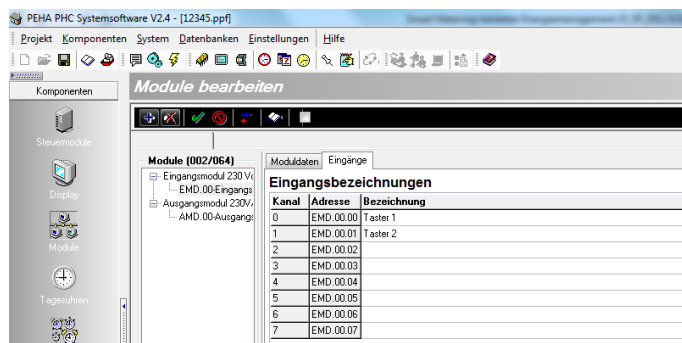


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..12 Parametrierung des Eingangsmoduls

Ebenso werden die Ausgangsmodule parametrisiert und beschriftet.

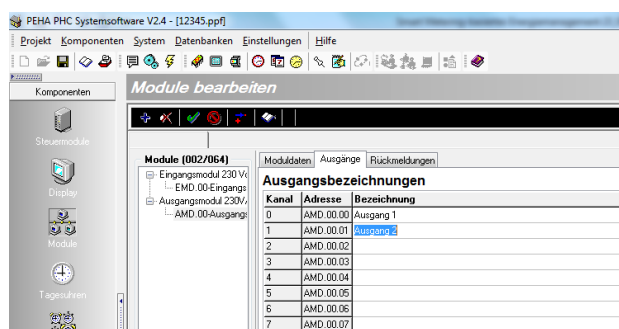


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..13 Parametrierung des Ausgangsmoduls

Die Modulauswahl wird beendet durch Betätigung des Buttons Haken. Damit wird automatisch die Programmieroberfläche geöffnet und damit die Auswahl zwischen Basis- und Funktionsprogrammierung ermöglicht. Die einfachste Programmiervariante ist die Basisprogrammierung. Hier stehen verschiedenste Applikationen zu den Funktionsbereichen Beleuchtung, Dimmen, Blinkfunktion, Rolllade/Jalousie, Simulation, Lichtszenen zur Verfügung. Weitergehende Programmierung ist durch Basisfunktionen „Verknüpfung“ und „Verbindung“ möglich, die bereits der Funktionsprogrammierung entsprechen. Im Beispiel wird unter „Beleuchtung“ eine Umschaltung ausgewählt.

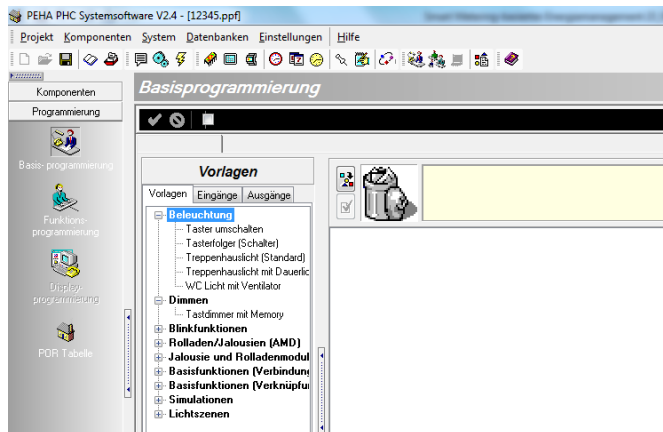


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..14 Auswahl einer Programmierfunktion

Die gewünschte Funktion wird mit der Maus selektiert und anschließend bei gedrückter Maustaste in das Projektfenster gezogen. Im nächsten Zug ist die zugehörige Funktion näher zu beschreiben.

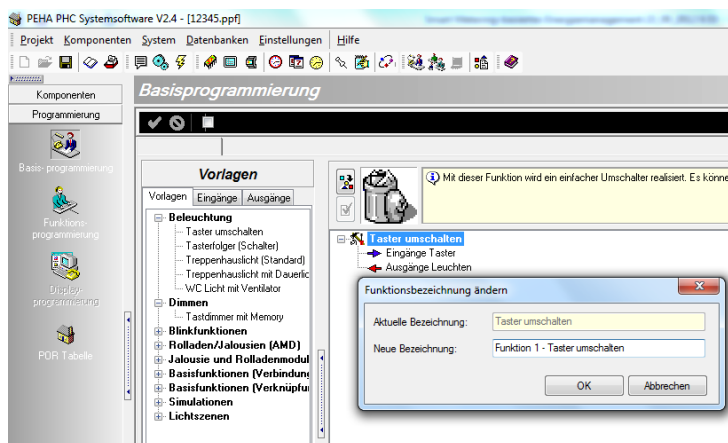


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..15 Bezeichnung der gewählten Funktion

Es empfiehlt sich die ursprüngliche Bezeichnung zu belassen und die eigene Funktionsbeschreibung voranzustellen, um später die Funktion nachvollziehen zu können. Im nächsten Schritt sind per Drag and Drop die Ein- und Ausgänge zuzuordnen. Hierzu werden unter „Eingänge“ die verfügbaren Eingänge angewählt und können dann per Maus auf die zugehörige Funktion gezogen werden. Diese Vorgehensweise ist in der gesamten Gebäudeautomation einzigartig und lediglich in ähnlicher Form in der SPS-Welt zu finden. Damit wird aber auch klar, daß eine Programmierung nur dann für nachfolgend ändernde Elektroinstallateure nachvollziehbar bleibt, wenn entsprechend viel

dokumentiert und gebäudeorientiert bezeichnet wird.

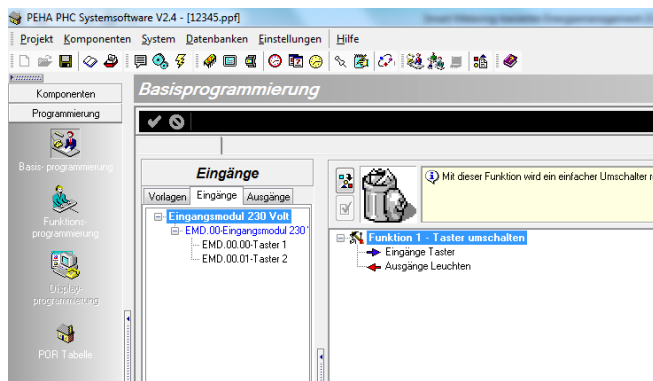


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..16 Belegung der Eingänge einer Funktion mit realen Eingangssensoren

Ebenso werden die Ausgänge zugewiesen. Klar ist die saubere Zuordnung der Sensoren zu den Eingängen der Funktion nachvollziehbar.

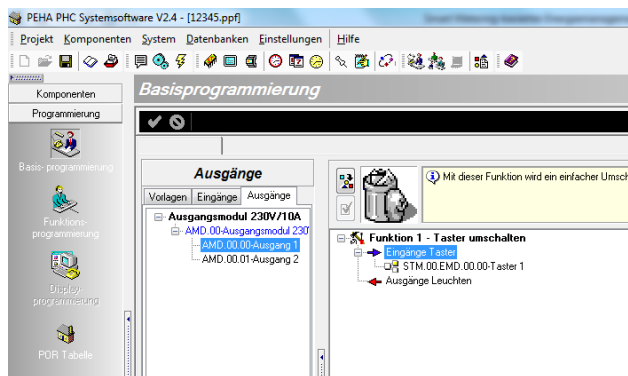


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..17 Belegung der Ausgänge einer Funktion mit realen Ausgangsaktorkanälen

Damit ist die Funktion angelegt und kann durch Mausklick auf die Funktion verifiziert werden. Man erhält Information über die Programmiermethode „Wenn – Dann“. Erkennbar ist für „Wenn“ welcher Eingangssensor wie betätigt wird und „Dann“ welcher Aktorkanäle welche Funktion ausführen soll, dies entspricht voll der Funktionalität einer SPS und ist nahezu einer Klartextprogrammierung verständlich.

Auf diese Art und Weise können auch Uhren, Merker und Logiken programmiert werden und mit Ein- und Ausgängen beschaltet werden. Im allgemeinen wird man dies mit Basisfunktionen durchführen, da PEHA die Funktionsfülle der Basisfunktionen ständig erweitert und damit die Funktionsprogrammierung praktisch nicht mehr notwendig ist.

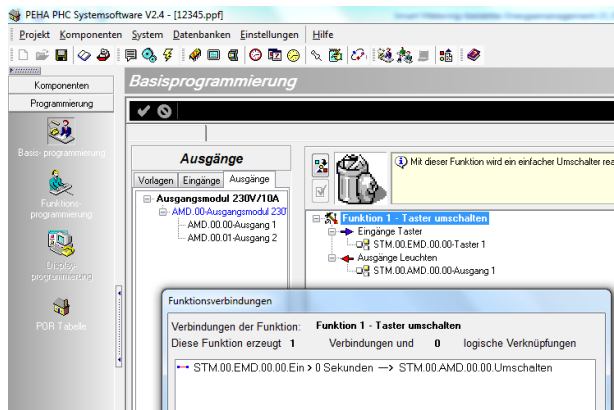


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..18 Kontrolle der programmierten Funktionalität

Neben der Basisprogrammierung bietet PHC die Funktionsprogrammierung an, mit der direkt „Wenn – Dann“-Beziehungen angelegt werden. Nachteilig ist bei dieser Programmiervariante die schlechte Übersicht über die programmierten Funktionen, sowie die klare Trennung von Basis- und Funktionsprogrammierung, d.h. Funktionen der einen Methode werden in der anderen nicht sauber angezeigt. Mittlerweile wurde dies in der Version 3.x hinsichtlich der Übertragung der Basis- zur Funktionsprogrammierung verbessert.

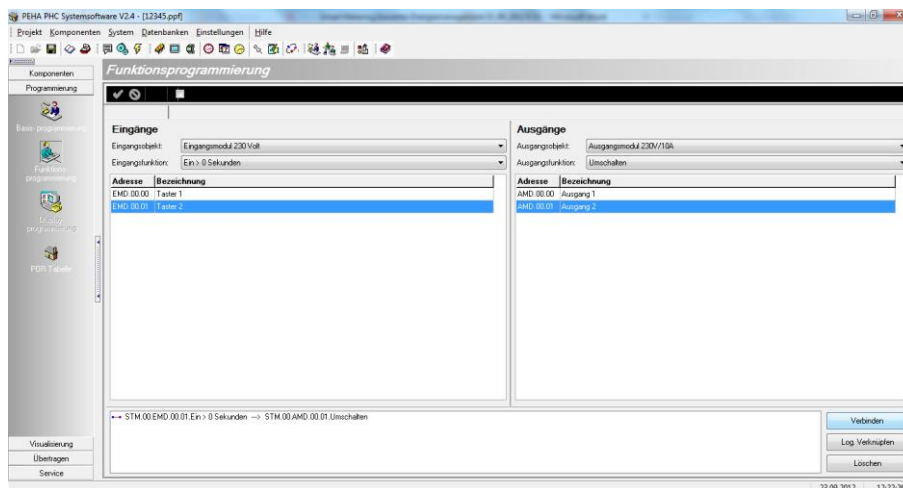


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..19 Programmierung mit der Methode Funktionsprogrammierung

1.1.2.2 Programmierung mit der PEHA PHC Comfortsoftware

Um die Programmierarbeit weiter zu erleichtern und damit den Bauherrenberatungsprozeß zu optimieren, hat PEHA zur Light&Building 2012 die PHC Comfort Programmiersoftware angekündigt und mittlerweile kostenlos verfügbar gemacht. Die Programmiermethode basiert vergleichbar mit den verschiedenen homeputer-Softwarevarianten auf einem oder mehreren Grundrißzeichnungen, in die Elektroinstallationselemente eingetragen und dort direkt vergleichbar mit EATON xComfort über ein Gummiband verknüpft werden können. Nach Start der Software unter Windows muß zunächst ein neues Projekt angelegt oder ein bestehendes geöffnet werden.

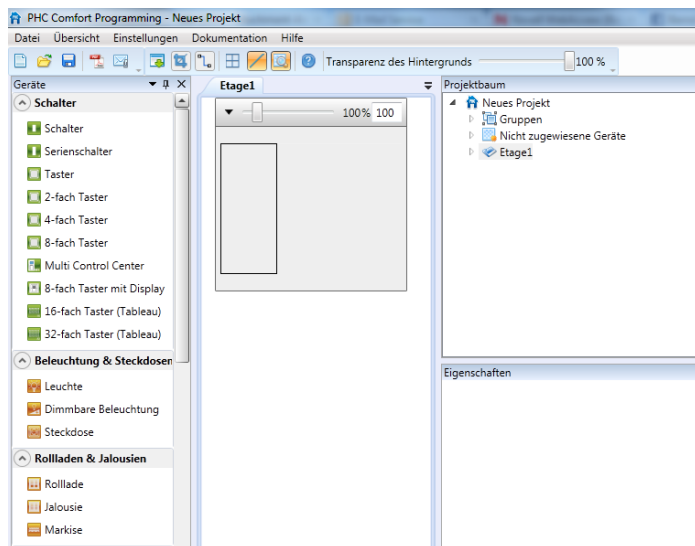


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..20 Anlage eines neuen Projekts

Der Programmierprozeß startet mit dem Einlesen eines Grundrisses, der als Bitmap-, JPEG-, GIFF- oder SVG-Datei vorliegen kann.

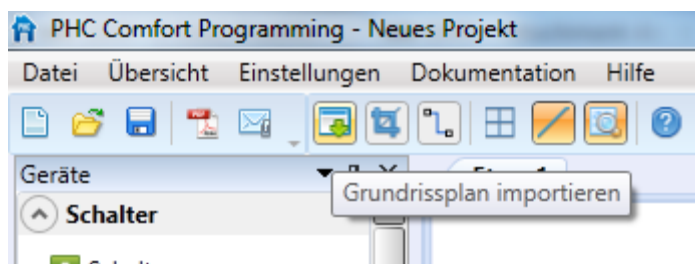


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..21 Import eines Grundrissplans

Es öffnet sich ein Explorer-Fenster, mit dem per Navigation durch den Dateibaum ein Grundriss ausgewählt werden kann.

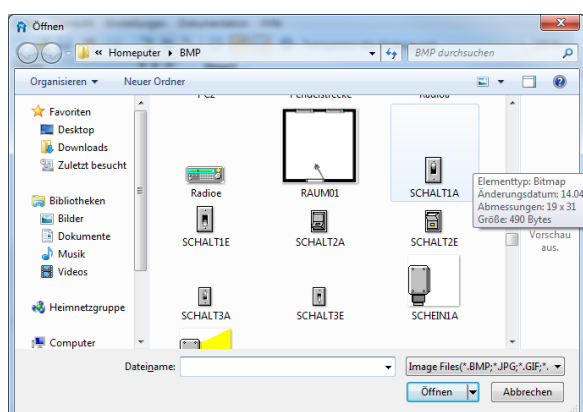


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..22 Auswahl eines Grundrisses

Nach Selektion eines Grundrisses kann dieser auf der Zeichenfläche platziert und hinsichtlich der Anzeige angepaßt werden.

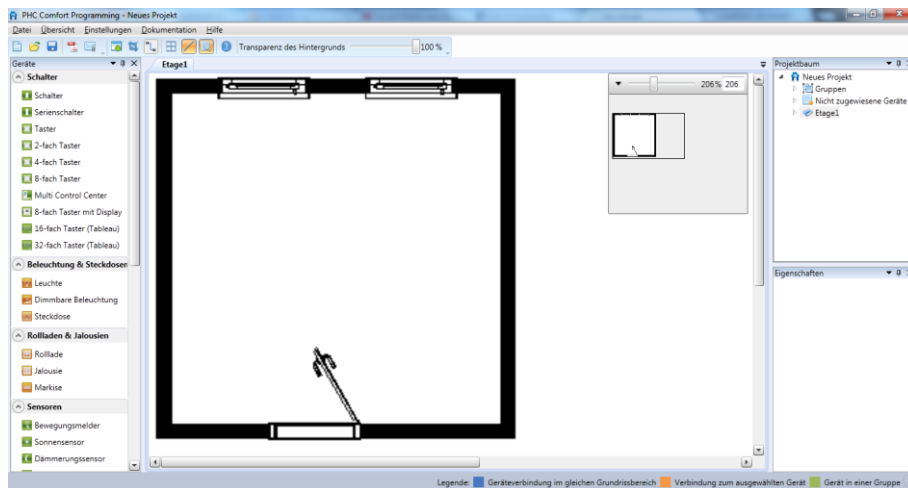


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..23 Ansicht des eingelesenen Grundrisses

In dieser Ansicht können Elektroinstallationselemente angeordnet werden, indem diese aus dem linken Fenster entnommen und mit der Maus abgelegt werden.

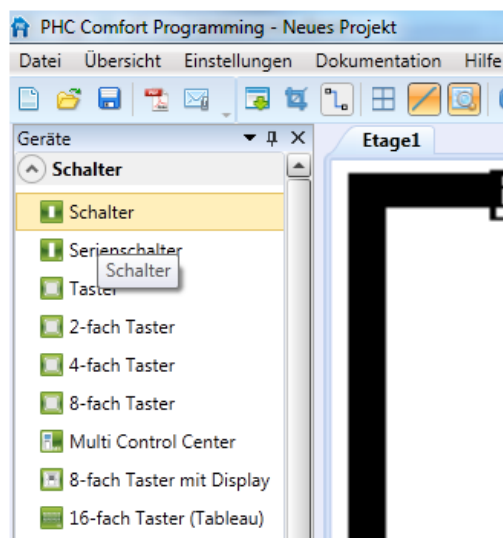


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..24 Auswahl eines Elektroinstallationselements

Die Elektroinstallationselemente werden mit der Maus per Drag&Drop auf den Grundriß gezogen und können in der Darstellungsgröße angepaßt werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..25 Ansicht mit platzierten Elektroinstallationselementen

Die einzelnen Elemente werden in einer Gebäudetopologie abgelegt und in Form eines Projektbaums präsentiert.

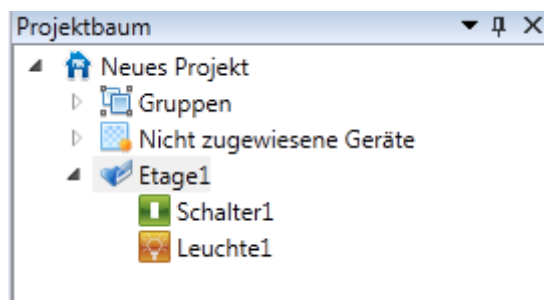


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..26 Projektbaum der Ansicht

Per Mausklick auf ein Elektroinstallationselement können die Eigenschaften eingesehen und geändert werden, indem Spannung, Leistung des Kanals und Gerätetyp (PHC oder Easyclick) per Menü angepaßt werden. Damit ändern sich automatisch die erforderlichen Geräte der neuen Anlage.

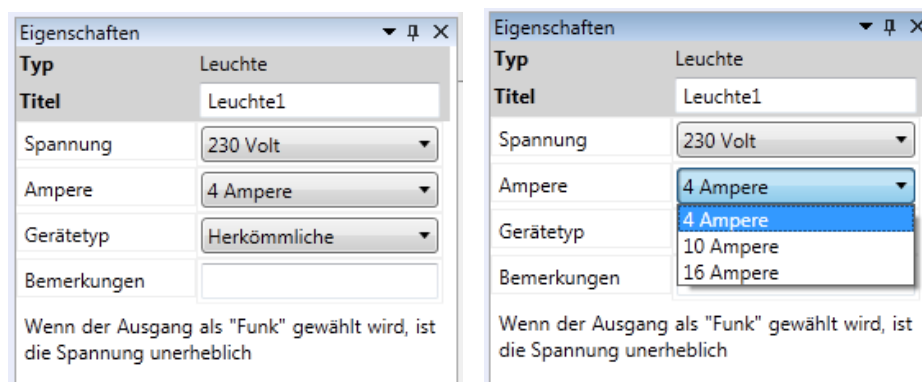


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..27 Eigenschaften eines Elements und Änderung

Die Funktion wird angelegt, indem Sensor und Aktor über ein Verbindungstool miteinander verbunden werden.

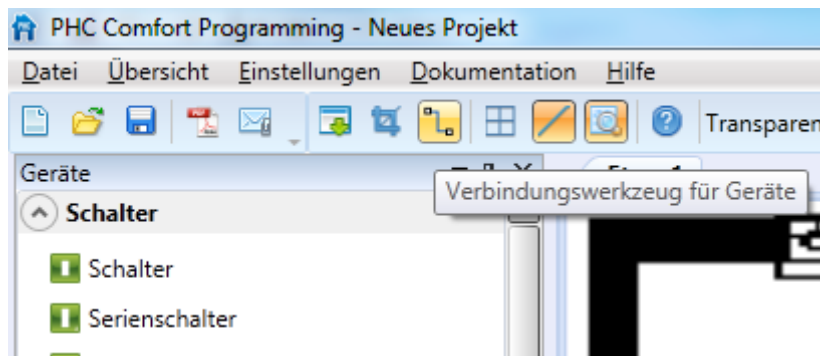


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..28 Verwendung des Verbindungstools

Nach Verbindung des Aktors durch Zuordnung eines Sensors muß die Funktion näher definiert werden und sollte darüberhinaus dokumentiert werden.

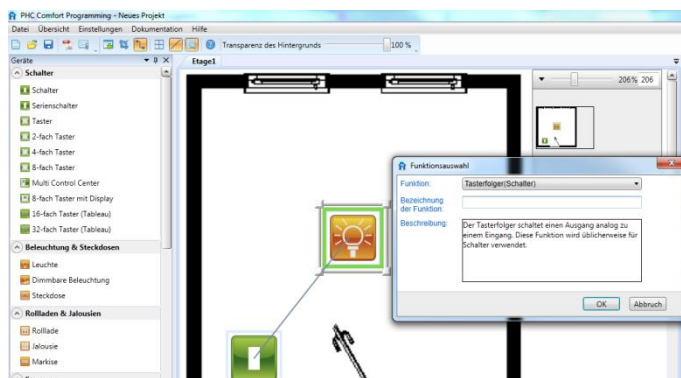


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..29 Definition der Funktion zwischen Sensor und Aktor

Die Funktionsparametrierung entspricht hierbei entsprechend dem verwendeten Sensor und Aktor den Vorgaben in der Basisprogrammierung.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..30 Dokumentation der realisierten Funktion

Anschließend wird die Funktion durch eine Verbindungslinie mit einem runden, gefüllten Kreis als Anfasser angezeigt.

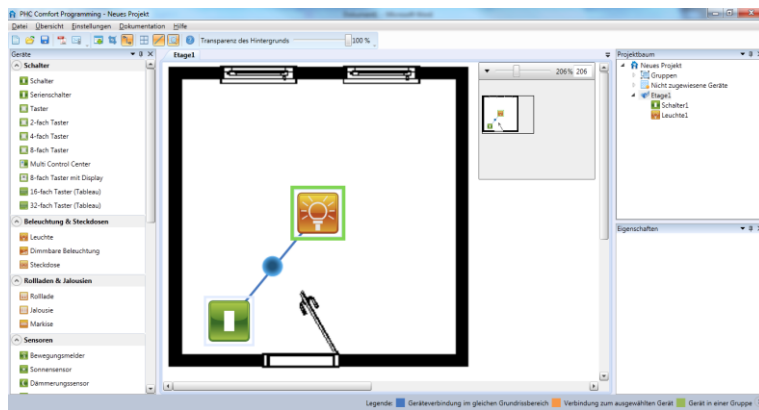


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..31 Visualisierung einer angelegten Funktion

Per Mausclick auf den kreisförmigen Anfasser können die Eigenschaften der Funktion angezeigt werden.

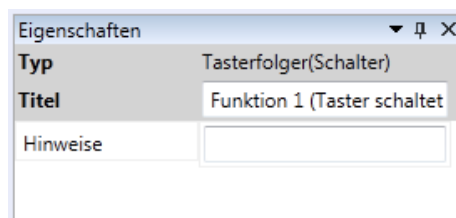


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..32 Anzeige der Eigenschaften einer Funktion

Nach Anlage aller Funktionen kann das Projekt abschließend gespeichert werden und enthält bereits sämtliche Hardware. Die Erweiterung der Programmierung und Inbetriebnahme erfolgt durch Übernahme in die PEHA PHC Konfigurationssoftware durch direkte Dateiübernahme. Zusätzlich kann ein vollständiger Report mit graphischen Darstellungen erstellt werden.

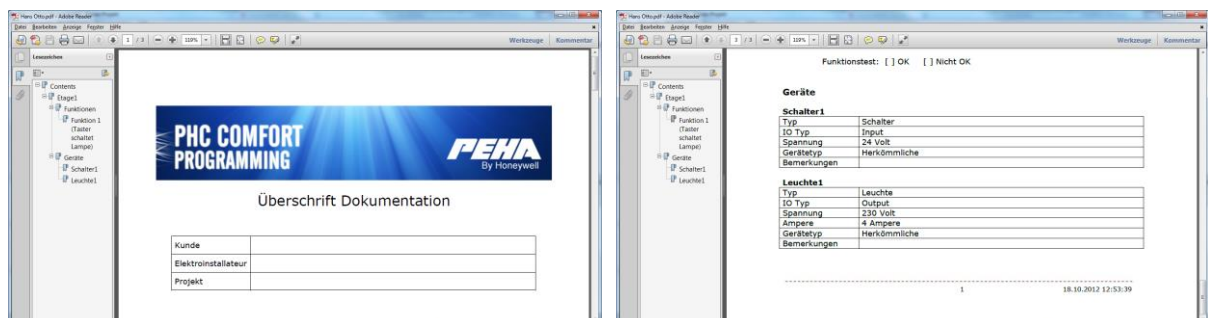


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..33 Report der graphischen Programmierung

Die graphische Programmierung ist eine ideale Erweiterung der Programmiermethoden für PEHA PHC und erlaubt auch die Implementation des PEHA Easyclicksystems. Im Vergleich mit der home-computer-Software fehlt eine Simulationsmöglichkeit, um die Funktion zwischen Sensor und Aktor zu demonstrieren und die Erweiterung um höherwertige Automation, d.h. Merker, Logiken, Zeitfunktionen, etc., die auch im Rahmen einer Simulation getestet werden müssten.

1.1.2.3 Andere Möglichkeiten zur Programmierung des PEHA-Systems

Daraus ergeben sich Möglichkeiten für die Gebäudeautomation mit Vor- und Nachteilen. Die

Programmierungsumgebung für das Peha PHC-System ist übersichtlich gehalten. Sie beinhaltet vorgefertigte Funktionen. Man kann die Basisprogrammierung ansatzweise mit den Bibliotheken und den darin enthaltenen Funktionsbausteinen aus dem SPS-Bereich vergleichen. Wenn komplexere Funktionen realisiert werden müssen, steht hierfür die Funktionsprogrammierung zur Verfügung. Sie lässt freiere Einstellmöglichkeiten zu. Diese haben jedoch auch Grenzen. Sie treten bei der Automation des Systems auf. Es lassen sich zwar Zeitschaltuhren und Merker definieren, allerdings ist dies für eine richtige Automation von mehreren Gewerken unzureichend.

Dies bringt der Vergleich der einzelnen realisierbaren Projektgrößen zum Vorschein. Kleine Objekte wie Einfamilienhäuser, Mehrfamilienhäuser und Wohnsiedlungen lassen sich mit dem PHC-System halbwegs ordentlich handhaben, haben jedoch keinerlei Möglichkeit des Zugriffs auf externe Zustände, wie sie z.B. bei Smart Metering-basiertem Energiemanagement notwendig wären. Dies liegt nichtsdestoweniger an der begrenzten Modulanzahl, die an einer Steuerung angebunden werden können. Im Bereich der mittleren Gebäude stößt das System je nach Datenpunktmenge tatsächlich an seine Grenzen, da es fast unmöglich ist, eine Automation für das gesamte Projekt zu erstellen. Jedoch ist eine Automation bei einer mittleren Gebäudegröße zwangsläufig nötig, da hier z.B. gemeinsame Jalousien fahren oder Störmeldungen systematisch aufgenommen und verarbeitet werden müssen. Dies ist mit PEHA-PHC nur bedingt über einen sogenannten Converter möglich. Im Bereich der großen Liegenschaften wie etwa Flughäfen oder großen Bürogebäuden, wie z.B. der Frankfurter Welle, ist der Einsatz eines solchen Systems gänzlich ungeeignet. Im Rahmen einer Diplomarbeit wurde das PEHA-System an eine SPS adaptiert, um darüber mehrere PHC-Systeme zusammenzufassen, automatisieren und visualisieren.

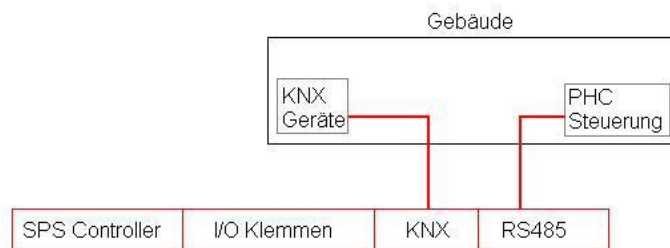


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..34 Geplante Gebäudeautomationsstruktur mit PEHA PHC an einem SPS-Controller

Damit wäre zumindest theoretisch eine weitergehende Automation des PEHA-Systems möglich. Um dies möglich zu machen, wurde eine Protokollanalyse notwendig, um das Befehlssystem der PEHA-Modulkommunikation zu verstehen, da PEHA das Protokoll bislang nicht offengelegt hat. Ohne diese Analyse ist eine systemübergreifende Steuerung nicht zu realisieren.

1.1.2.4 Protokollanalyse

Erkenntnisse aus dem im Internet veröffentlichten OpenHC Projekt waren bei der Protokollanalyse hilfreich. Die beiden daraus entstandenen Programme phc_log.exe und phc_cmd.exe wurden eingesetzt. Phc_log.exe dient der Logfunktion und Interpretation des inneren RS485 Busses, wohingegen phc_cmd.exe zur Erstellung von Schaltbefehlen vom äußeren auf den inneren Bus dient. Zur Analyse des Protokolls wurden zwei RS485 auf RS232-Konverter der Firma Phoenix Contact verwendet. Dabei werden Schaltbefehle über den einen Konverter an den äußeren Bus gesendet und mit dem zweiten Konverter diese Befehle mitgeschrieben. Desweiteren wird der äußere Bus, der die einzelnen PHC-Controller miteinander verbindet, bei Telegrammaustausch übergreifend von Steuerung zu Steuerung mitgehört und protokolliert. Ein übliches Umschalttelegramm von Steuerung 0 auf Steuerung 1 zum Ausgangsmodul 0 Ausgang 0 sieht folgendermaßen aus:

C0 00 01 12 00 40 50 FF 12 C1 (hexadezimal).

C0 am Anfang und C1 am Ende stehen hierbei für Start und Ende einer Übertragung. Die 00 gefolgt

von der 01 geben an, dass dies ein Telegramm von Steuerung 0 auf Steuerung 1 darstellt. Die beiden Bytes FF 12 vor dem C1 Stopbyte stellen eine Standard CRC16 Prüfsumme dar. Die Bytes 12 00 40 50 sind die Daten der Übertragung. Die Antwort auf den Schaltbefehl lautet:

C0 01 00 00 01 EC F1 C1

Auch hier bilden C0 und C1 den Start- und Endwert der Übertragung. Die beiden vorletzten Bytes EC und F1 sind die CRC16 Prüfsumme und C0 gefolgt von 01 00 stellt die Datenrichtung von Steuerung 1 zu Steuerung 0 dar.

Im nächsten Schritt wurden Telegramme erzeugt, die Aktionen, ohne dass sie von einer Steuerung ausgesendet werden, am inneren Bus ausführen. Ein Befehl zum Umschalten des Ausgangsmoduls 0 am Ausgang 0 sieht folgendermaßen aus:

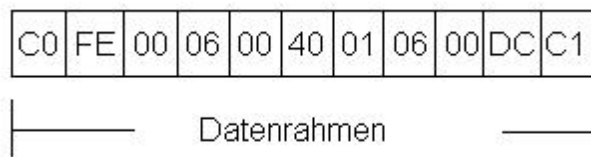


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..**35 Datenrahmen PEHA**

C0 und C1 geben Start und Ende wieder, FE gefolgt von 00 geben an, dass die Befehlsfolge von dem äußeren Bus (FE) zur Steuerung 0 (00) gehen. Die beiden vorletzten Bytes sind wieder die CRC16 Prüfsumme (00 DC), die eigentlichen Daten des Schaltbefehls liegen in den Bytes 00 40 01 06. Hierbei gibt die 00 den Start der Adresse des Ausgangsmodules, welche dann mit 40 folgt, an. Die 40 entspricht dem Ausgangsmodul 0, 41 entspricht dem Ausgangsmodul 1, 42 Ausgangsmodul 2 usw. Die folgende 01 stellt den Start der Funktionsübertragung dar, die dann mit 06 folgt.

Die 06 bewirkt, dass Ausgang 0 (0) umgeschaltet wird(6). Würde eine 02 folgen würde Ausgang 0 (0) eingeschaltet (2). 03 entspricht Ausgang0 (0) ausschalten(3). Um einen anderen Ausgang zu wählen, muss die 0 z.B. in eine 2 geändert werden. Es ist dabei immer die Bitfolge der Adresse zu beachten:

Damit wurden folgende Informationen gesammelt:

000xxxxx => EMD Module
 001xxxxx => UP Module z.B. Taster (interner Bus)
 010xxxxx => AMD / JRM Ausgangs-/Jalousiemodule
 011xxxxx => AMA Module
 101xxxxx => DIM Module
 111xxxxx => System Befehle
 xxx00000 => Modulnummer 0
 xxx00001 => Modulnummer 1
 xxx00010 => Modulnummer 2
 xxx00011 => Modulnummer 3
 usw.

Ebenso wurde die Kanalnummer im Telegramm analysiert:

Die oberen 3 Bits geben den Ausgang die unteren 5 Bits den Schaltbefehl an:

Ausgang:

000xxxxx => Ausgang 0
 001xxxxx => Ausgang 1
 010xxxxx => Ausgang 2
 011xxxxx => Ausgang 3

100xxxxx => Ausgang 4
101xxxxx => Ausgang 5
110xxxxx => Ausgang 6
111xxxxx => Ausgang 7

Schaltbefehl:

xxx00010 => Einschalten => getestet
xxx00011 => Ausschalten => getestet
xxx00100 => Einschalten verriegelt => getestet
xxx00101 => Ausschalten verriegelt => getestet
xxx00110 => Umschalten => getestet
xxx00111 => Entriegeln => getestet
usw.

Diese Kombinationen gelten für die Ausgangsmodule AMD. Damit ist das Protokoll des PEHA-PHC-Systems ausreichend analysiert, obwohl PEHA hierüber keinerlei Informationen preisgibt und konnte im Folgenden in einer WAGO-SPS geeignet zur Anwendung gebracht werden.

1.1.2.5 Verwendung der Klemme 750-653 am WAGO-Controller 750-849

Da für die Adaptierung des PEHA Busses nicht die Standard Klemme des WAGO-Systems 750 (RS485) verwendet werden kann (falsche Baudrate), wird die Klemme mit dem Zusatz 750/003-000 verwendet. Diese erlaubt das Parametrieren der Klemme, um einen anderen Betriebsmodus zu nutzen. Das WAGO-System wurde entsprechend aufgebaut und mit der Software WAGO-IO-Check parametrieren.

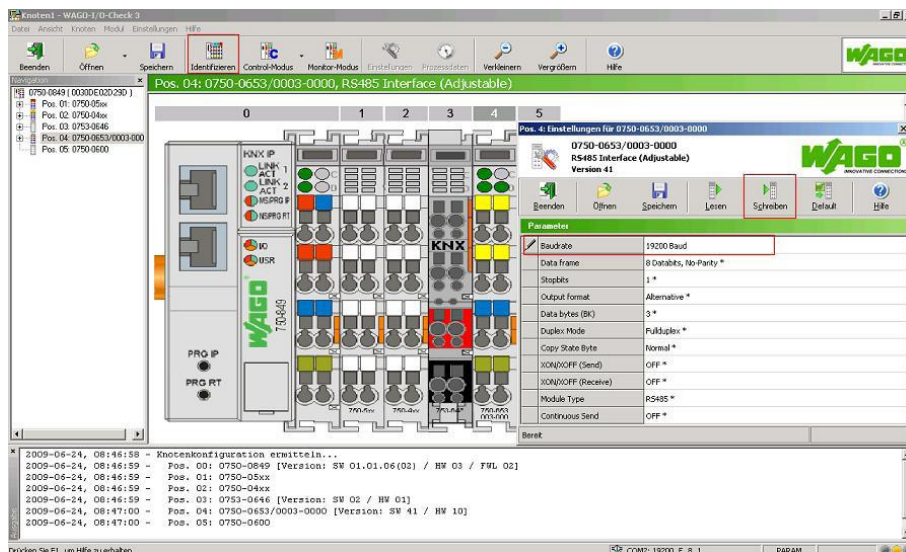


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..36 Abbild der WAGO-IO in WAGO I/O Check 3

Für die Parametrierung wird die Software WAGO I/O Check 3 verwendet. Hierbei können über die Programmierschnittstelle der Controller Grundeinstellungen vorgenommen werden. Dazu muss der richtige COM-Port unter „Einstellungen“, „Kommunikation“ eingestellt werden. Im Anschluss kann über den Button „Identifizieren“ der K-Bus mit den gesteckten Klemmen abgefragt werden. Diese werden dann graphisch dargestellt. Mit einem Rechtsklick auf die Klemme 750-653 können über „Einstellungen“ die Parameter der Klemme verändert werden. Hierbei wird von 9.600 Baud auf 19.200 Baud gestellt und die Parameter über den Button „schreiben“ in die Klemme geschrieben.

Im Anschluss wird die Bibliothek Serial_Interface_01.lib im Bibliotheksverwalter der Codesys-Software

hinzugefügt. Diese ist im CoDeSys Verzeichnis unter Targets\WAGO\Libraries\Application\ zu finden. Die Bibliothek kann universell für fast jede serielle Datenübertragung bei WAGO Controllern verwendet werden. Sie enthält unter anderem den Baustein SERIAL_INTERFACE.

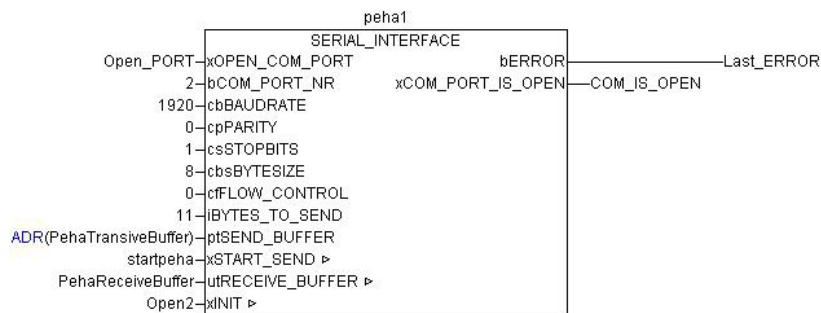


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..37 PEHA Serial Interface

Dieser Baustein kann für die Kommunikation über die 750-653 Klemme verwendet werden.

Die Eingänge werden wie folgt beschaltet:

xOPEN_COM_PORT muss mit TRUE beschaltet werden, öffnet den Port am Controller.
bCOM_PORT_NR gibt die Nummer des COM-Ports an. Hier ist es die 2, da COM1 die Programmierschnittstelle des Controllers darstellt.
cbBAUDRATE ist der Wert für die Baudrate (1920 entspricht 19200 Baud).
cpPARITY ist die Einstellung für die Parität (0 für no Parity).
cbsBYTESIZE gibt die Menge der Datenbits an.
cfFLOW_CONTROL gibt die Übertragungskontrolle/Betriebsmodus Half/Fullduplex an.
iBYTES_TO_SEND gibt die Menge der zu sendenden Zeichen an.
ptSEND_BUFFER muss die Adresse der zu sendenden Daten enthalten.
xSTART_SEND startet mit TRUE die Übertragung und wird bei Beendigung auf FALSE gesetzt zurückgesetzt.
utRECEIVE_BUFFER stellt den Datenbereich für die empfangenen Daten dar, xINIT Prüfung für die Initialisierung

Auf der Ausgangsseite sind bERROR und xCOM_PORT_IS_OPEN zu Kontrollzwecken zu beschalten.

Anschließend wurde der Controller programmiert, um auf Knopfdruck in der Codesys-Visualisierung oder über einen WAGO-Eingang einen WAGO-Ausgang zu schalten. Dazu wird folgendes Beispiel in der Programmiersprache ST angegeben:

```
IF Taster1 THEN
PehaTransiveBuffer[0] :=192; C0
PehaTransiveBuffer[1] :=254; FE
PehaTransiveBuffer[2] :=0; 00
PehaTransiveBuffer[3] :=6; 06
PehaTransiveBuffer[4] :=0; 00
PehaTransiveBuffer[5] :=64; 40
PehaTransiveBuffer[6] :=1; 01
PehaTransiveBuffer[7] :=6; 06
PehaTransiveBuffer[8] :=0; 00
PehaTransiveBuffer[9] :=220; DC
PehaTransiveBuffer[10] :=193; C1
END_IF
```

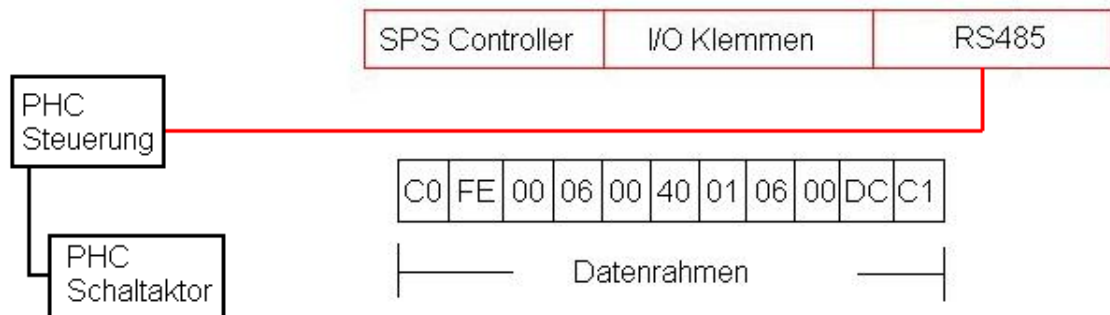


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..38 Kommunikation zwischen WAGO-SPS und PEHA-PHC

Somit lassen sich von extern über die SPS Aktionen an Aktoren im inneren RS485 Peha PHC-Bus auslösen.

1.1.2.6 Fazit zur Ankopplung PEHA-PHC an WAGO-SPS

Die Vernetzung und Verteilung von SPS-Systemen in der Gebäudeautomation eröffnet viele Möglichkeiten. Die unterschiedlichen Verfahren des Datenaustausches lassen sich individuell an die Bedürfnisse der Situation anpassen. Schnelle wichtige Änderungen von Daten können bei einer WAGO-SPS im Netzwerk mehrerer SPS-Systeme einfach über Netzwerkvariablen mit der Option „Übertragen bei Änderung“ realisiert werden. Daten, die nicht direkt auf anderen SPS zur Verfügung stehen müssen, da z.B. die Zeitkonstanten größer sind wie etwa bei einer Heizungssteuerung, können gesammelt über Modbus Datenrahmen übertragen werden. Mit einem verteilten System lässt sich die Ausfallsicherheit des gesamten Systems verbessern, da bei Ausfall einer SPS nur ein Teilbereich ohne Funktion wäre. Desweiteren lässt sich mit SPS-Systemen sehr gut und übersichtlich eine komplexe Automation erstellen. Diese kann zentral/dezentral oder sogar teilzentral durchgeführt werden.

Mit diesem Hintergrund kann auch eine Möglichkeit der Automation in Verbindung mit PEHA-PHC-Systemen erfolgen. So könnten externe Daten eingebunden, ausgewertet und daraufhin eine Aktion im PHC-System ausgelöst werden. Dies kann z.B. eine Wetterstation mit Windsensor sein, wo bei höheren Windstärken die Jalousien eingefahren werden müssen oder ein Beschattungssystem.

Die Anbindung des PEHA-Systems an eine SPS erschließt noch weitere Möglichkeiten. Bei Verwendung mehrerer RS485-Klemmen lassen sich bei richtigem Datenhandling mehrere „PEHA-Welten“ betreiben, die durch die SPS verbunden werden. Daraus ergeben sich weitere Vorteile. Lokale Funktionen des PHC-Systems können weiterhin verwendet werden, da bei unwahrscheinlichem Ausfall der übergeordneten SPS die lokalen Funktionen nicht beeinträchtigt werden. Hierbei stehen z.B. lokale Lichtfunktionen und die lokale Jalousiesteuerung an. Dies trifft selbstverständlich nicht auf den Ausfall der PEHA Steuerung zu. Da das Übertragungsprotokoll des PEHA-Busses ziemlich geradlinig ist, lassen sich die Funktionen relativ einfach analysieren. Daraus ergibt sich eine gute Möglichkeit, das Handling der Funktionen zu steuern.

Im Rahmen des studentischen Projekts konnte eine SPS genutzt werden, um übergeordnete Automatisierung des PHC-Systems zu realisieren. Problematisch ist jedoch, daß aufgrund der fehlenden Standardisierung dieser Vorgehensweise durch PEHA eine gezielte ingenieurwissenschaftliche Lösung vorliegt, die nur nach tiefer Einarbeitung in beide Systeme zur Anwendung gebracht werden kann. Es wurde gezeigt, daß der Weg realisierbar ist, aber an der Anwendung durch den Hersteller scheitert. Auch Anwender werden daher den Weg scheuen dieses spezielle Interface von Fall zu Fall anzuwenden.

1.1.3 Analyse

Das PHC-System ist ähnlich wie das ELSO-IHC-System aufgebaut. Die Kommunikation ist eine Eigenentwicklung der Firma PEHA und basiert auf dem RS485 Standard. Das PEHA-PHC benötigt ebenso wie das System ELSO IHC als Zentrale eine Steuereinheit. Die kostenlose PHC-Software macht es möglich, auch mittelgroße PHC-Projekte zu realisieren: Es können bis zu 8 PHC-Steuermodule bei RS485, 16 bei Ethernet-IP-Steuermodulen und zusätzlich 4 LCD-Displays miteinander kombiniert werden. Zur Preisanalyse wurden folgende Komponenten ausgewählt:

Gerät	Preis je Gerät	Preis je Kanal
UP-Modul mit 4 Tasten	120 Euro	30 Euro
REG-8fach-Ausgangsmodul AC	170 Euro	21 Euro
REG-8fach-Ausgangsmodul pot.-frei	200 Euro	25 Euro
Preis je Funktion	Von	Bis
	51 Euro	55 Euro

Damit präsentiert sich PEHA als sehr preisgünstiges System.

Das Produkt-Portfolio ist recht vollständig, beinhaltet jedoch weder Energiezähler, noch analoge Sensoren. Eine Ankopplung an IP-Symcon ist derzeit nicht möglich, daher wurde im Entwicklungsstadium eine Steuerung über eine WAGO-SPS untersucht, die jedoch nicht serienreif ist. Eine Visualisierungsmöglichkeit ist mit einer separaten Software der Firma PEHA gegeben.

1.1.4 Neubau

Das PEHA PHC System ist für den Neubaubereich ein kostengünstiges Gebäudeautomationssystem, das alle Funktionen zum Schalten oder Dimmen der Beleuchtung ermöglicht. Weiterhin unterstützt das PEHA System die Jalousiesteuerung und eine integrierte Telekommunikationsmöglichkeit durch Nutzung eines Rutenbeck-Systems. Seit 2010 ist es möglich, eine Heizungssteuerung in das PHC System mit einzubinden. Eine Ankopplung an andere Systeme ist derzeit nur über Systemschnittstellen zu EasyWave von ELDAT und EnOcean als Variante Easyclick möglich, es existiert keine Anbindbarkeit an externe Systeme mit Interaktionsmöglichkeit. Komplexe Hausautomationen mit Visualisierung ohne Analogsignalauswertung und –anzeige kann aufgebaut werden.

1.1.5 Sanierung

Das PEHA-PHC-System ähnelt sehr stark dem ELSO IHC System und ermöglicht ebenfalls die Einbindung von Sendern oder Aktoren über zwei Typen von Funk-Gateways. Daher ist das System gut zur Sanierung geeignet, wenn nicht alle Wände geöffnet werden sollen, um die notwendige Datenleitung zu Tastern zu ziehen. Vorhandene Stromkreise im Stromkreisverteiler können über die PEHA-Hutschienengeräte automatisiert werden, sollten jedoch auf mehr Stromkreise erweitert werden. Der Sanierungsprozeß ist schmutzig, da erhebliche Arbeiten zur Verlegung von Daten- und Stromversorgungsleitungen notwendig werden, eine saubere Sanierung ist mit PEHA PHC nicht möglich.

1.1.6 Erweiterung

Bei einer Erweiterung muss bei dem PHC-System nur in wenigen Bereichen mit einer Einschränkung gerechnet werden. So ist das System bei der Heizungssteuerung und dem damit verbundenen Komfort schlechter als die Neubauinstallation. Da das PHC-System durch seine Software bei einer Erweiterung in der Softwareanwendung zunehmend unüberschaubarer wird, ist die Installation durch einen Elektroinstallateur nötig. Zwingend notwendig ist eine gute, ausführliche Dokumentation und Bezeichnung bereits in der Softwareumgebung. Vorausgesetzt wird für eine Erweiterung, daß Datenleitungen und Stromversorgungen an vorzusehenden neuen Einbauorten vorhanden sein, sonst

muß auf das Funkbussystem Easyclick zurückgegriffen werden.

1.1.7 Nachrüstung

Für die Nachrüstung ist PEHA-PHC nicht geeignet, da der Eingriff in die vorhandene Elektroinstallation erheblich ist und eine Komplettisanierung notwendig würde. Hier bietet sich PEHA Easyclick an, das evtl. mit PEHA PHC im zentralen Stromkreisverteiler erweitert wird.

1.1.8 Anwendbarkeit für SmartMetering-basiertes Energiemanagement

Die Anwendung von Smart Metering ist problemlos möglich, da ein vorhandener elektrischer Haushaltszähler grundsätzlich durch einen elektronischen ersetzt werden kann. Der Energiekunde kann durch Änderung seines Nutzerverhaltens seinen Energieverbrauch und damit seine Energiekosten senken. Damit wird psychologisches Energiemanagement außerhalb des PHC-Systems möglich. Da kein Zugang zu externen Daten und auch nicht auf analoge Sensordaten möglich ist, ist PHC weder für aktives, noch passives Energiemanagement geeignet. PEHA-PHC kommt ohne Erweiterungsmöglichkeit durch z.B. die Adaption in IP-Symcon nicht für Smart Metering-basiertes Energiemanagement in Frage.

1.1.9 Objektgebäude

Auch wenn das PHC-System mittlerweile über 8 miteinander kombinierte Controller, bzw. bei Verwendung von Ethernet sogar 16 Controller ein relativ großes Netzwerk aufbauen kann, ist die verfügbare Software nicht in der Lage das Netzwerk eines Objektgebäudes zu programmieren. Es fehlen Kopier- und Änderungsfunktionen, mit denen gleichartige Bereiche nach einmaliger Programmierung wiederverwendet werden können.