



Bachelorarbeit

Zur Erlangung des akademischen Grades

Bachelor of Engineering (B.Eng.)

Lehrgebiet: Medien-, Kommunikations- und Automationssysteme

eingereicht an der

Hochschule Merseburg

Fachbereich INW

von: Boris Keller
28.09.1985 Rudnij (Kasachstan)

Matrikelnummer: 18209

Studiengang: Medien-, Kommunikation- und Automationssysteme

Betreuer: Prof. Dr. Peter Helm, Hochschule Merseburg

Frank Mahlich, Ruß Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin



Berlin, 20.03.2017

Selbstständigkeitserklärung

Ich erkläre hiermit an Eides statt, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und unter angegebener Literatur und Hilfsmittel angefertigt habe.

Merseburg 20.3.2017

Unterschrift Verfasser: _____

Betreuung im Betrieb: _____

Betreuung an der Hochschule: _____

Autor: Keller, Boris:

Thema: Schaffen einer Testumgebung, auf der Basis des Wago-750-831 Controllers, für Aktoren und Sensoren mit welchen man Raumluftklima, Beleuchtung-Szenerie, Heizungselemente und Jalousie-Segmente steuern kann

Bachelorarbeit Hochschule Merseburg

Studiengang: Medien-, Kommunikation- und Automationssysteme

Eingereicht am: 20.3.2017

22 Seiten, 5 Bilder, 3 Tabellen, 40 Blätter und 1 CD im Anhang

Beschreibung

Es wird eine Testumgebung, die Grundfunktionen wie Licht, Ein- und Ausschalten sowie Dimmen als auch Heizungsregulierung realisiert. Diese Testumgebung stellt die Grundlage dar, mit welcher es möglich sein wird, ein Automationssystem im Future Living Projekt entwickeln zu können.

Abstract

Create a test environment, based on the WAGO-750-831 controller, for actuators and sensors, which can be used to control room climate, lighting scenes, heating elements and blind segments.

Inhaltsangabe

1.	Einleitung	1
2.	Herangehensweise	2
3.	Anlagenkonzept	1
3.1	Kommunikationsstruktur	1
3.2	Anlagenstruktur	2
3.3	Beschreibung der Testumgebung	4
3.4	Beschreibung der Anlagenstruktur	4
4.	Beschreibung der Komponenten	5
4.1	Beschreibung der Automationsstation Informationsschwerpunkt DDC	5
4.2	Beschreibung der Feldgeräte	8
4.3	Schnittstellen zu Feldbussysteme	8
5.	Funktionsbeschreibung	12
5.1	Beleuchtungssteuerung	12
5.2	Jalousiesteuerung	12
5.3	Regelung Raumtemperatur	13
6.	Planung	13
6.1	System Datenpunktliste	14
6.2	BACnet Controller	15
6.3	Sonnenschutz/Lichtsteuerung	15
7.	Umsetzung	16
7.1	Programmierwerkzeug Codesys	16
7.2	Vorgehensweise bei der Erstellung des Projektes in Codesys	16
7.3	Projekterstellung mit Codesys	16
7.4	Programmierung der DDC in Codesys	19
7.5	Testen der Aktoren und Sensoren in Codesys	19
7.6	Hochladen und Inbetriebnahme des Ablaufprogramms	19
7.7	Testen der Visualisierung auf unterschiedlichen Browsern und Betriebssystemen	19
8.	Fazit/Auswertung	20
	Quellenverzeichnis	20
	Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen	22

1. Einleitung

Die Bearbeitung der Bachelorarbeit vollzieht sich im Unternehmen Ruß Ingenieurgesellschaft mbH, Berlin, im Rahmen des Projektes „Future Living Berlin“.



Abbildung 1 Future Living Darstellung der Gebäude

Future Living Berlin ist ein experimentelles und innovatives Wohnungsbauprojekt, das die demographische Entwicklung nicht nur auf die ältere Generation fokussiert, sondern diese als gesamtgesellschaftliches Problem betrachtet. Vor dem Hintergrund der demographischen Entwicklung werden hier zukunftsweisende Wohnformen und Technologien realisiert. Zudem werden den Bewohnern Assistenzsysteme zur Verfügung gestellt, die das Leben erleichtern und das selbstständige Wohnen bis ins hohe Alter ermöglichen und den jüngeren Bewohnern dieser Anlage zusätzlichen Komfort und Nutzen bieten.

Den Anforderungen aus der demographischen Entwicklung wird Rechnung getragen durch 70 Vier-Vollgeschosswohnungen, die eine zukunftsweisende Gebäudeautomation und eine Ausstattung mit AAL-Systemen aufweist, die es älteren Menschen mit immer längerer Lebenserwartung ermöglichen soll, so lange wie möglich selbstbestimmt und selbstständig in ihrer eigenen Wohnung zu verbleiben.

Um das Ziel einer nach modernsten Maßstäben ausgelegten Gebäude- und Wohnungsautomation innerhalb der Wohnräume zu erreichen, bedarf es neben der Integration sämtlicher technischer Systeme innerhalb einer Wohnung auch einen neuen Ansatz für deren Zusammenspiel.

Für die Zusammenführung sämtlicher Sensoren und Aktoren wird es pro Wohnung eine zentrale Anschalteinheit geben, die unterschiedliche Kommunikationsprotokolle beherrscht und nach außen ein Standardprotokoll (TCP/IP) zur Verfügung stellt. Für die Steuerung der Wohnungsautomatisierungsfunktionen kommt pro Wohnung ein Rechner als Wohnungsmanager zum Einsatz, der die Sensordaten über die Anschalteinheit erhält und über diese die Aktoren ansteuert.

Um das Fundament für die angesprochene Zentrale zu schaffen, wurde eine Testumgebung geplant und eingerichtet, welche Gegenstand der Bachelorarbeit ist.

These: Schaffen einer Testumgebung, auf der Basis des Wago-750-831 Controllers, für Aktoren und Sensoren mit welchen man Raumluftklima, Beleuchtung-Szenerie, Heizungselemente und Jalousie-Segmente steuern kann.

2. Herangehensweise

Der erste Schritt beim Abarbeiten der Aufgabe ist, ein vertraut machen mit der bereits vorhandenen Technik und deren Funktionsweise. Dazu gehören die vorhandenen Klemmenmodule der Firma WAGO.

Nach einer gründlichen Analyse der vorhandenen Elemente kann man eine klare Definition über zur Verfügung stehende Datenpunkte und Schnittstellen treffen.

Anschließend kann genau ermittelt werden, welche Komponenten benötigt werden. Steht die Auswahl der Elemente fest, kann der Bestellprozess eingeleitet werden.

Sobald die Hardware geliefert ist, kann mit der Inbetriebnahme und der Einrichtung der speicherprogrammierbaren Steuerung begonnen werden.

Nach einer erfolgreichen Inbetriebnahme des Controllers und Einrichtung der Programmierumgebung können Aktoren, Sensoren und Bedienelemente zu einer Testverdrahtung an die Steuerung angeschlossen werden. Somit werden die Module auf Funktionalität und Kompatibilität geprüft.

Ist die Funktionsfähigkeit der Elemente erfolgreich absolviert worden, kann jetzt mit der Programmierung des Controllers begonnen werden, die die gewünschten Funktionen der Aufgabenstellung realisieren sollen.

Ist die Programmierarbeit an den Funktionsblöcken erfolgreich abgeschlossen, müssen diese auf ihre Funktion geprüft werden. Ist dieser Schritt erfolgreich abgeschlossen, kann die Testverdrahtung abgebaut werden und die Feldgeräte können anschließend an vereinbarten Platz montiert werden. Die Steuerung kann anschließend in den Serverschrank eingebaut werden und mit der finalen Verdrahtung der Feldelemente kann begonnen werden.

Nach Abschluss der Montagearbeit kann das System in Betrieb genommen werden.

3. Anlagenkonzept

Das Anlagenkonzept der Testumgebung wurde vor der Montagearbeit in einem Drei-Ebenen-Modell geplant. Im Abbild 2 ist das geplante Drei-Ebenen-Modell der Testumgebung abgebildet. Für den Bereich der Managementebene sind die PC-Terminals des Projek10 Büros vorgesehen. Darüber hinaus kann man per WAGO-Visualisierungs-Anwendung, mit allen Apple-Geräten, die diese Applikation unterstützen, auf die Visualisierungsoberfläche zugreifen. Jedoch ist dies nur unter der Bedingung möglich, dass man sich im Netzwerk der Steuerung befindet und die Anwendung von WAGO nutzt oder einen Browser nutzt, auf dem die Java Laufzeitumgebung unterstützt wird und aktiviert ist.

Die Automationsebene der Planung beinhaltet den Feldbusknoten. Die Relais werden dabei als Teil des Feldbusknoten betrachtet, welche wiederum andere Schaltkreise schalten. Zur Automationsebene gehört der mobile Laptop und das Terminal P10-2. Auf beiden Recheneinheiten ist die Programmierumgebung Codesys 2.3.9.49, mit welcher das Hauptprogramm verfasst wurde. Die RF-Antenne 868MHz/SMA, welche an der EnOcean-Klemme angeschlossen ist, wurde an der Serverschrank-Oberfläche befestigt, um einen optimalen Empfang gewährleisten zu können. Die Feldebene beinhaltet alle Feldgeräte der Testumgebung. Darunter befinden sich fest- und direkt verdrahtete Elemente, wie PT100 Thermometer, Stellantrieb für die Heizung, Türkontakt sowie der GIRA Systemtaster; diese Geräte sind an konkrete Schnittstellen direkt an die Steuerung angebunden. Wobei die Beleuchtung als auch die Motorsteuerung für den Sonnenschutz über Relais geschaltet und in einem abgesonderten Stromkreis versorgt werden. Lediglich der EnOcean-Taster bedarf keinerlei Versorgungsenergie.

3.1 Kommunikationsstruktur

Die Kommunikation erfolgt über den BACnet-Controller 750-831. Der Controller und die angereiheten Klemmen bilden zusammen den Feldbusknoten. Durch eine Endklemme wird dieser Knoten abgeschlossen, diese ist für einen ordnungsgemäßen Betrieb zwingend erforderlich.

Über den Feldbusknoten erfolgt die physische Kommunikation zu den Feldgeräten. Die interne Kommunikation zwischen Busklemmen und Controller erfolgt über einen sogenannten K-Bus. Über diesen Bus wird der Datenaustausch zwischen CPU des Controllers und deren zugehörige Funktions- sowie Kommunikationsbaugruppen gewährleistet. Es gibt keinerlei Kommunikationsschnittstellen nach außen im K-Bussystem.

Die Kommunikation der individuellen Klemmen zu den Feldgeräten erfolgt über 24V Gleichstromsignale. Die Hardwareadressen der Steuerung werden dabei jedoch niemals direkt referenziert. Die Signale werden von Funktionsbausteinen FbBACnetNative_IO, FbBACnetNative_AO, FbBACnetNative_BI und FbBACnetNative_BO realisiert. Somit sind die gesetzten Ein- und Ausgangsadressen zusätzlich mit einem BACnet-Protokoll abrufbar. Eine Einsicht auf die BACnet Objekte des Controllers liefert dazu das Kommunikationstool „BACnet Configurator“ von WAGO.

Die Kommunikation zwischen der EnOcean-Funkreceiver-Klemme 750-642 und EnOcean-Geräten erfolgt über ein Funksignal mit der Trägerfrequenz 868,3 MHz. Das Prozessabbild dieser Klemme ist weder über das BACnet-Protokoll noch mit Hilfe der I/O-Check-Software von WAGO einsehbar. Die Signale von einzelnen Geräten müssen im Quellcode des Systems auf spezifische Bausteine der Firma WAGO zurückgreifen. Diese Bausteine, wie z.B. FbF602xx_RockerSwitch_2_Rocker, liefern Sensordaten für den verwendeten PTM 250-Taster.

Die Kommunikation des Webserver mit den Einheiten der Managementebene erfolgt über das Ethernet-TCP/IP-Protokoll.

Der Speicherbereich der Steuerung ist darüber hinaus mit dem FTP-Protokoll über einen vereinbarten Port (Standardwert 21) erreichbar.

Um Programmieraufgaben am System erledigen zu können, kann man optional eine serielle Verbindung zum Controller über ein spezielles WAGO USB-Service-Kabel herstellen. (Port 6626)

Darüber hinaus besteht die Möglichkeit, den Controller über das SNTCP (Port 123), SNMP (Port 161, 162), HTTP (Port 80), HTTPS (Port 443), Modbus UDP/TCP (Port 502) Protokoll zu erreichen. Diese Kommunikationsmöglichkeiten wurden im Rahmen der Bachelorarbeit nicht eingesetzt.

3.2 Anlagenstruktur

Im folgenden Abschnitt werden die Geräte beschrieben, die in der Anlage eingebaut sind.

Helligkeitssensor IPIRLUX-U

Der Helligkeitssensor der Firma TITEC Temperaturmesstechnik GmbH erfasst die Bewegung im Umfeld von 360° als auch die Helligkeit im Bereich von 0-100kLux. Der gemessene Helligkeitsbereich lässt sich mit Hilfe eines Dip-Schalter einstellen:

Bereich	Dipschalter Einstellung	
	Pin 1	Pin 2
0-1000Lux	0	0
0-10000Lux	1	0
0-50000Lux	0	1
0-100000Lux	1	1

Tabelle 1 Konfiguration der Messbereiche

Präsenzmelder

Die Präsenzerfassung erfolgt mit Hilfe des verwendeten Helligkeitssensors. Auf der Platine des Sensors wird bei Präsenzerkennung ein Relais geschaltet, welches ein 24V-Signal an die Steuerung zur Weiterverarbeitung sendet.

Temperatursensor

Zum Einsatz kommt ein präziser Platin-Temperatursensor der Klasse B im Edelstahlgehäuse. Der gültige Temperaturbereich des Elements erstreckt sich von -70C° bis 500C°. Der Sensor liefert ein Signal nach DIN EN 60751. Der Sensor wird in 3-Leiter-Technik an die entsprechende Klemme angeschlossen.

GIRA Tastsensor 2003100

Es handelt sich hierbei um einen 6-Tasten-Tastsensor, welcher einzeln an die digitale Eingangsklemme angeschlossen wird. Die Versorgung erfolgt über Stellsignale der digitalen Ausgangsklemme mit 24V. Der Taster besitzt sechs rote freiprogrammierbare LEDs an jeder Seite der Taster-Wippen. Die Hintergrundbeleuchtung wird von sechs weiteren LED realisiert.

EnOcean WAGO 758-940/003 Funksender PTM 250

Es steht ein 4-Kanal-Taster mit vier Tasten zur Verfügung. Beim Betätigen der Tasten wird genug Energie erzeugt, um ein Funktelegramm senden zu können. Beim Loslassen der entsprechenden Taste wird ebenso genügend Energie erzeugt, um ein weiteres Telegramm an die Steuerung zu senden.

Thermoelektrischer Stellantrieb

Der Stellantrieb der Firma Merten Schneider Electric dient zum Öffnen und Schließen von Ventilen in Heizungs-, Klima-, und Lüftungsanlagen. Die Ansteuerung erfolgt als Zweipunktregelung. Die Hubhöhe des Aktors beträgt maximal 4mm. Dabei wird eine Stellkraft von 100 N realisiert. Ausgelegt ist der Aktor auf eine Mediumtemperatur von 0 bis 100 °C. Die Laufzeit des Gerätes für eine 100%ige Aussteuerung beträgt ca. 210 Sekunden. Die Spannungsversorgung des Aktors wird direkt durch ein Ausgangssignal der Steuerung realisiert, da dieser für einen Betrieb an einer 24V-Gleichstromquelle ausgelegt wurde.

LG LED-Leuchtmittel D3330RW908B

Es handelt sich hierbei um ein 33-Watt-Leuchtmittel. Das Gerät kann mit einer Eingangsspannung von 220 bis 240V AC betrieben werden. Das Vorschaltgerät bietet eine optionale Dimmfunktion des Leuchtmittels und setzt ein 0V bis 10V-Spannungssignal in 0-100%igen Dimmbereich des Leuchtmittels um. Nach einem Praxistest ergab sich ein tatsächlicher Spannungsbe- reich zum Dimmen von 0.85V bis 10V. Signale unter 0.85V werden vom Schaltgerät nicht be- rücksichtigt und das Leuchtmittel wird ausgeschaltet.

Sonnenschutz Rollo mit 24V Gleichstrommotor

Der von der Firma „Somfy“ gestellte Gleichstromantrieb des Sonnenschutzes verfügt über me- chanisch einstellbare Endlagenschalter, welche den Schrittmotor beim Erreichen seiner Grenzen von der Betriebsspannung nehmen. Der mechanische Wechselpolschalter ist nicht im Lieferum- fang, da sich dieser nicht automatisiert ansteuern lässt. Die Drehrichtung des Motors wird durch eine Umpolung der Versorgungsspannung realisiert.

SPS

Es handelt sich hierbei um einen BACnet-Feldbuskoppler 750-831 der Firma WAGO. Im Systemverbund sind folgende Klemmen verbaut:

Klemme	Menge verbaut
750-1405 digitale Eingangsklemme	2
750-1504 digitale Ausgangsklemme	2
753-620 DALI DC/DC Converter	1
750-652 Serielle Schnittstelle	1
750-1606 Potentialvervielfältigungsklemme 0V Potential	2
750-1605 Potentialvervielfältigungsklemme 24V Potential	2
750-461 PT100/RTD Klemme	1
750-468 analoge Eingangsklemme 0-10 V	2
750-550 analoge Ausgangsklemme	2
753-647 DALI Multi Master Klemme	1
750-642 Funkreceiver EnOcean	1
753-646 KNX/EIB/PT1 Klemme	1
750-600 Busendklemme	1

Tabelle 2 Bestandteile des Feldbusknotens

3.3 Beschreibung der Testumgebung

Die Testumgebung ist kein abgeschlossenes Projekt im Rahmen der Bachelorarbeit. Es handelt sich hierbei um ein ständig erweiterbares Projekt für Sensoren und Aktoren, um anhand dessen die Entscheidungsfindung für einzusetzende Technik im Projekt „Future Living“, der Ruß Ingenieurgesellschafterleichtern zu können. Die Grundfunktionen, wie Dimmen sowie Schalten von Leuchtmitteln, Sonnenschutzfunktion und Heizfunktion werden in einem eigenständigen autarken System mit fest verdrahteten Feldgeräten aufgebaut, programmiert und in Betrieb genommen.

3.4 Beschreibung der Anlagenstruktur

Als Hauptschnittstelle der Testumgebung fungiert die Steuerung mit dem Controller WAGO 750-831. Die Sensortechnik ist direkt an die Steuerung angebunden. Der Temperatursensor ist an die 750-461-Klemme angeschlossen. Der Türkontakt ist zwischen der zweiten digitalen Ausgangsklemme 750-1504 und der digitalen Ausgangsklemme angeschlossen.

Die Aktoren sind ebenso an das System direkt angeschlossen. Der Schalt-Aktor für die Heizung ist an die digitale Ausgangsklemme angeschlossen. Die Relais werden ebenso mit Hilfe der 750-1504 Ausgangsklemme geschaltet. Die angeschlossenen Relais 788-304 schalten zum einen das 230V-AC-Leuchtmittel, zum anderen werden mittels zwei weiterer zusammenschalteter Relais die Motorsteuerung realisiert. Die Serverschrankbeleuchtung ist direkt an die Ausgangsklemme angeschlossen. Die Tasten des GIRA-Tasters sind an die digitale Eingangsklemme 750-1405 angeschlossen, um Signale der gedrückten Tasten an das System übergeben zu können. Die Beleuchtung des Tasters ist an die digitale Ausgangsklemme angeschlossen, um die sechs LEDs und die Hintergrundbeleuchtung frei programmieren zu können.

Der EnOcean-Tastsensor überträgt seine Signale an den Receiver 750-642 per Funktelegramm.

4. Beschreibung der Komponenten

Die zentrale Schnittstelle des Systems, an der alle Sensorwerte zusammenlaufen und Stellwerte für Feldgeräte berechnet werden, ist die Steuerung.

Die Systemklemmen der Steuerung stellen die Schnittstellen zwischen Feldgeräten und Rechenlogik dar.

Dabei werden Systemklemmen für unidirektionale Eingangssignalauswertung sowie für Ausgangssignalerzeugung eingesetzt.

4.1 Beschreibung der Automationsstation Informationsschwerpunkt DDC

Das Heizungssystem hebt die Raumtemperatur in Abhängigkeit des gemessenen Temperaturwertes auf einen eingestellten Sollwert.

Die Regelung der Lichtverhältnisse im Raum wird mit Hilfe des Dimm-Tasters von GIRA, des EnOcean-Taster oder mit dem Visualisierungspanel manuell vorgenommen.

Beim Öffnen der Serverschranktür schaltet sich die Serverschrankbeleuchtung ein und die Taster-Hintergrundbeleuchtung aus.

Mit Hilfe des verdrahteten Systemtasters ist die Steuerung des Sonnenschutzmotors möglich.

BACnet/IP Controller

Der Controller realisiert die Verbindung des WAGO-I/O-Systems mit dem BACnet-Protokoll, entsprechend der DIN EN ISO 16484-5. Die Kommunikation mit anderen BACnet -eräten erfolgt über BACnet /IP. Dabei stellt der Controller drei Funktionen bereit:

- Native Server: Hierbei werden Ein- und Ausgangsklemmen automatisch passende BACnet-Objekte pro Kanal generiert.
- Application Server: Weitere unterstützte BACnet-Objekte werden mit Hilfe der Programmierumgebung (IEC-61131-3) angelegt und dem BACnet-Netzwerk zur Verfügung gestellt.
- Application Client: Mit Hilfe der Client-Funktionalität ist der Zugriff auf andere Objekte und andere Eigenschaften von anderen BACnet-Geräten aus realisierbar.

Der Controller wird über den integrierten Switch und die zwei Ethernet-Schnittstellen, in Linientopologie verdrahtet.

Ein Webserver stellt den Benutzer Konfigurationsmöglichkeiten und Einsicht in Messwert-Datenbank des Controllers bereit.

Der Controller ist multitasking-fähig und verfügt über eine gepufferte Echtzeituhr.

Die zentrale Einheit des Feldbusknotens ist für Berechnungsaufgaben zuständig.

Digitale Eingangsklemme

Die Klemme verfügt über 16 digitale Eingangskanäle und wird genutzt um binäre Steuersignale aus dem Feldbereich zu erfassen. Jedem Eingangskanal ist ein Störunterdrückungsfilter (RC-Filter), mit einer Zeitkonstante von 3,0/0,2 ms, vorgeschaltet. Darüber hinaus wird der Signalstatus jedes Kanals mit einer grünen LED als Statusleuchte signalisiert. Dabei sind Feld und Systemebenen galvanisch voneinander getrennt. Die Signalspannung wird bei 24V als High-Signal interpretiert.

Digitale Ausgangsklemme

Diese Klemme verfügt über 16 Ausgangskanäle und realisiert binäre Steuersignale für die anliegende Aktor-Technik (Relais, Schutz- oder Magnetventile oder andere elektrische Lasten). Wie bei den Eingangsklemmen wird auch bei den Ausgangsklemmen das Statussignal mit einer grünen LED angezeigt.

Dali Multi Master DC/DC Converter

Diese Klemme realisiert die Stromversorgung der der DALI-Multi-Master-Klemme. Im Rahmen der Bachelorarbeit werden keine DALI-Leuchtmittel eingesetzt. Dementsprechend wurde von einer Verdrahtung zur DALI-Multi-Master-Klemme vorerst abgesehen.

Klemme für serielle Schnittstellen

Diese Klemme realisiert Schnittstellen, um Geräte mit einer RS-485-, RS-422- und RS-232-Schnittstelle an das WAGO-I/O-System anzubinden. Die Busklemme unterstützt keine hohen Protokollebenen. Dementsprechend ist die Kommunikation zum Feldbus-Master transparent. Die gewünschten Protokolle werden im Feldbusmaster flexibel parametrierbar. Ein 2560Byte großer Puffer ermöglicht den Einsatz der Busklemme bei hohen Übertragungsraten. Bei geringen Übertragungsraten ist die Auswertung der Empfangsdaten in Tasks mit geringer Priorität ohne Datenverlust realisierbar. Der Sendepuffer ist 512 Byte groß und erlaubt zügiges Senden größerer zusammenhängender Daten.

Potentialvervielfältigungsklemmen

Im System liegen zwei Arten von Potentialvervielfältigungsklemmen vor. Die 750-1606-Klemme stellt ein Nullpotential zur Verfügung und wird meistens in Kombination mit der verwendeten digitalen Ausgangsklemme verwendet, um den Signalstromkreis abzuschließen. Die 750-1605-Klemme stellt ein High Potential mit 24 V zur Verfügung und wird für ein Signalstromkreislauf genutzt in Kombination mit der digitalen Eingangsklemme 1406.

PT100 Klemme

Diese Klemme ermöglicht den Anschluss von Pt- und Ni-Widerstandssensoren. Der Anschluss kann sowohl über 2-Leiter- als auch über 3-Leitertechnik realisiert werden. Dabei wird die Linearisierung, über den gesamten Temperaturbereich des Sensors, von der Busklemme übernommen. Eine Unterbrechung der Sensorleitung, sowie Kurzschlüsse werden mit einer roten LED signalisiert. Eine störungsfrei funktionierende Kommunikation mit dem Buskoppler wird mit einer grünen LED angezeigt. Die Auswertung des Widerstandes wird intern vorgenommen, sodass die Klemme einen Temperaturwert bis auf ein Hundertstel genau ausgibt. Dabei liegt der Messfehler bei 25°C unter 0,2% des Skalenendwertes.

Analogeingangsklemme

Diese Klemme verarbeitet normierte Signale der Größe 0 bis 10V. Dabei ist das Eingangssignal galvanisch von der Systemebene getrennt und wird mit einer Auflösung von 12 Bit übertragen. Alle vier Eingangskanäle besitzen ein gemeinsames Massepotential.

Analogausgangsklemme

Diese Klemme erzeugt ein normiertes Signal der Größe 0 bis 10V. Das Ausgangssignal ist von der Systemebene galvanisch getrennt und wird mit einer 12-Bit-Auflösung ausgegeben. Die Ausgänge sind kurzschlussfest ausgeführt. Alle vier Ausgangskanäle besitzen ein gemeinsames Bezugspotential.

Dali Multi-Master Klemme

Diese Klemme realisiert die Adressierung und Parametrierung von DALI-Leuchtmitteln. Diese Klemme wird im Rahmen der Bachelorarbeit nicht betrieben da keine DALI-Leuchtmittel zum Einsatz kommen.

Funkempfänger –EnOcean

Diese Klemme ermöglicht den Empfang von Funktelegrammen wartungsfreier, batterie- und drahtloser Schalter sowie Sensoren auf Basis der EnOcean-Funktechnologie. Zur Integration stehen vorprogrammierte Funktionsblöcke zur Verfügung. Das Maximum der Sender-Pro-Klemme liegt bei 100. Das Sendesignal ist durch mehrfaches Gegeneinander-Senden von Funktelegrammen durch sehr kurze Sendezeiten gegen Fremdstörung sehr gut abgesichert. Die Maximale Sendeweite im Frei-Feld liegt bei 300m. Als zusätzliches Element wird eine 2,5m lange RF-Antenne 868MHz/SMA eingesetzt.

KNX/EIB PT1 Klemme

Diese Klemme dient zur Anbindung an ein KNX/IEB/TP1-Netzwerk und stellt zwei unterschiedliche Funktionen zur Verfügung:

1. Gerätemodus: um sich in einem KNX/TP1-Netzwerk als Standard-KNX-Gerät dar und lässt sich über das ETS-Professional einbinden.
2. Router-Modus: wird das Gerät zum KNX/IP-Router verwendet, um z.B. in Kombination mit anderen Controllern wie KNX IP 750-849 oder 750-889 zu koppeln.

Im Rahmen der Bachelorarbeit wird diese Klemme nicht eingesetzt.

Endklemme 750-600

Diese Klemme realisiert den Abschlusswiderstand im internen Kommunikationsbus und schließt das WAGO-I/O-System ab. Diese Klemme schließt den Feldbusknoten ab und ist für einen ordnungsgemäßen Betrieb des Feldbuskopplers unumgänglich.

Stromversorgung 787-722

Versorgt wird der Controller mit einer 24-V-Systemleistung. Die Ausgangsspannung ist galvanisch von der Versorgungsspannung getrennt. Eine Selbstkühlung ist intern realisiert und mehrere Einheiten der Stromversorgung sind in Reihe als auch parallel schaltbar. Die Versorgung dieser Einheit erfolgt über eine schaltbare Steckdosenleiste im Serverschrank.

Relais-Klemme 788-304

Diese Klemmen werden mit +24V-Gleichstromsignal geschaltet und schalten innerhalb von 11ms. Mit Hilfe dieser Klemmen lassen sich Stromkreise ohne mechanische Einwirkung, durch 24V-Signale, an und abschalten.

4.2 Beschreibung der Feldgeräte

Folgende Geräte der Feldebene wurden im Rahmen des Projektes eingebaut, verdrahtet und in Betrieb genommen:

PT100 Temperaturfühler

Das durch eine 3-Drahtschaltung angeschlossene Thermoelement misst die Temperatur im Raum. Durch Temperaturveränderung verändert sich der Widerstand des Sensors. Dieser wird an der Steuerung durch die PT100-Klemme ausgewertet. Der Prozesswert wird intern als ein dreistelliger Real-Wert abgelegt.

LED Leuchtmittel

Das LG LED-Flutlicht lässt sich über eine Relais-Klemme schalten.

Das implementierte Vorschaltgerät erwartet dabei ein 0V bis 10V analoges Dimm-Signal, um Beleuchtungsstärken einstellen zu können. Dieses Signal wird mit Hilfe der analogen Ausgangsklemme der Steuerung realisiert. Der Ein- und Ausschaltvorgang erfolgt mit digitalen Ausgangsklemmen, welche das Einschaltrelais schalten.

Thermoelektrischer Stellantrieb

Das Öffnen und Schließen des Stellantriebs erfolgt gleichmäßig durch ein Ausdehnungselement, bei dem eine Druckfeder nach einer entsprechenden Reaktionszeit bei einer Stellkraft von 100 Newton die Ventilhubhöhe realisiert. Bei Stromlast ist das Element geschlossen. Durch einen farbig markierten Ring sind die Zustände „offen“, „geschlossen“, „Zwischenstellung“ sichtbar. Die Hubhöhe beträgt 4mm und die erwartete Reaktionszeit beträgt ca. 210 Sekunden.

Systemtaster GIRA

Die Unterputzvariante des GIRA-Tasters mit programmierbaren LED-Segment und Hintergrundbeleuchtung bietet sechs individuell verdrahtete Taster. Jeder Kanal wird mit einem 24V-Gleichstromsignal von der Potentialvervielfältigungsklemme konstant mit 24V versorgt.

Taster EnOcean

Der stromlose EnOcean-Taster sendet bei Tastendruck ein Schalttelegramm. Beim Loslassen der Taste wird ein zweites Telegramm abgeschickt. Da mit dem Tastendruck Energie erzeugt wird, sind alle Tasten gegeneinander verriegelt. Der Taster ist eine alternative Variante um Eingaben zu ermöglichen. Die Steuerung des Sonnenschutzes, als auch die Einstellung des Heizsollwertes, wird mit Hilfe dieses Tasters realisiert.

4.3 Schnittstellen zu Feldbussystemen

In diesem Abschnitt werden Schnittstellen zum System näher erläutert, mit denen man auf die SPS Zugriff hat. Dabei wird beim Zugriff unterschieden, ob es sich dabei um einen Endanwender handelt oder Service-Personal.

Anwenderschnittstelle

Diese Bedienoberfläche der WEB-Visualisierung, steht dem Anwender zusätzlich zu den Tastern zur Verfügung. Sie ist für alle Geräte offen und per Browser zugänglich, der sich im Netzwerk der Steuerung befinden. Dabei ist es möglich, Gast-Accounts im Web-Management-System anzulegen. Diese kann der Endanwender dann nutzen ohne Zugriffsrechte auf kritische Konfigurationsoptionen der Steuerung zu besitzen.

Die Visualisierung ist ein von WAGO bereitgestelltes JAVA-Applet. Dabei wird zwingend vorausgesetzt, dass die aktuelle JAVA-Laufzeitumgebung auf dem System installiert ist, welches auf die Visualisierung zugreift.

Die Bedienelemente der Visualisierung sind im Abbild 3 dargestellt:

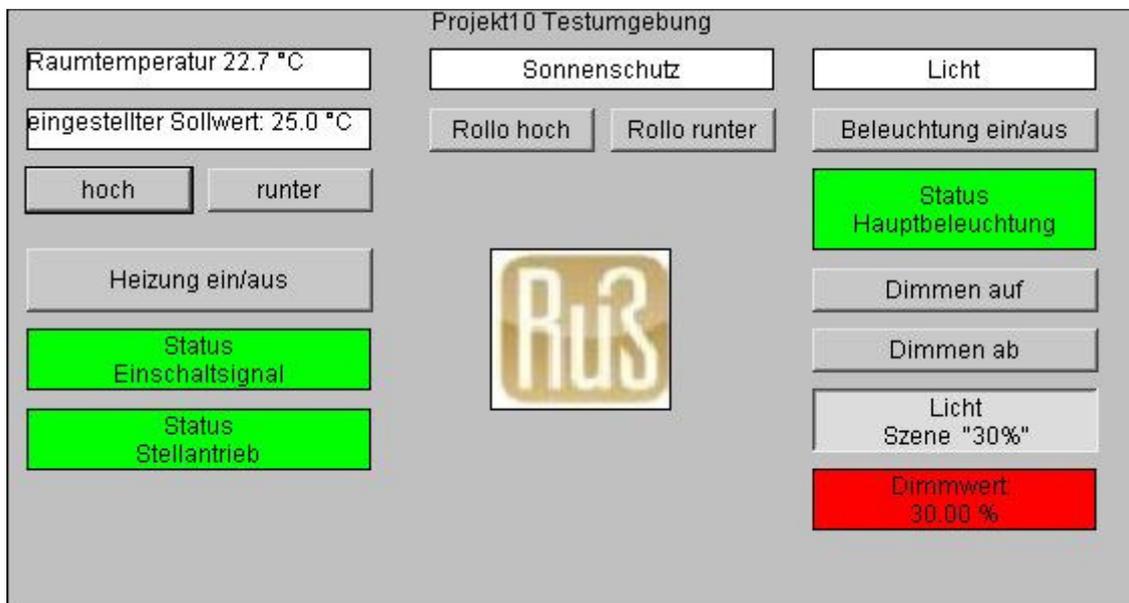


Abbildung 2 Visualisierungsoberfläche

Dabei lässt sich der Sollwert des Heizsystems verändern. Außerdem besteht die Möglichkeit, das gesamte Heizsystem ein- und abzuschalten. Der Sonnenschutz lässt sich über die Knöpfe im mittleren Bereich steuern. Die Steuerung der Beleuchtung befindet sich auf der rechten Seite des Panels. Die Beleuchtung lässt sich an und abschalten. Wenn die Beleuchtung eingeschaltet ist, lässt sich die Beleuchtung dimmen. Darüber hinaus kann man eine Szene direkt abrufen, wobei die Beleuchtung auf 30% gedimmt wird.

Serviceschnittstelle

Mit Hilfe eines WAGO-Service-Kabels 750-923/000-002 lässt sich eine serielle Verbindung aufbauen. Somit ist es möglich, auf einem Laptop mit USB-Schnittstelle auf den Quellcode der Steuerung zuzugreifen.

Kommunikationsschnittstellen

Für Zugriff aus der Management-, sowie der Endanwender- Ebene ist eine TCP/IP Kommunikation durch das JAVA-Applet der WAGO-Visualisierung vorgesehen.

TCP/IP Schnittstelle

Dieses Protokoll ist zuständig für die Vermittlung und den Transport von Datenpaketen in einem dezentral organisierten Netzwerk.

IP

Anteil: logische Adressierung, Routing

Logische Adressierung:

Die logische Strukturierung wird vom IP-Protokoll übernommen. Dabei liegt der Focus des Protokolls auf der logischen Adressierung von Netzwerken und deren Teilnehmern.

Routing:

Große Netzwerke werden in Segmente zerlegt, Datenpakete werden über diese Segmente zum Ziel transportiert. Dabei wird für jedes Datenpaket in jedem Netzknoten - auf dem Weg vom Sender zum Empfänger - der nächste Knoten ermittelt.

TCP

Anteil: Fehlerbehandlung und Flusssteuerung und Anwendungsunterstützung

Fehlerbehandlung und Flusssteuerung:

Es wird eine Verbindung zwischen Client und Server aufgebaut. Nach einer beidseitigen Bestätigung wird der Datenaustausch realisiert. Wird ein Fehler registriert bzw. ein Paket kommt nicht an, dann wird es erneut gesendet. Die Fehleranalyse wird während des Kommunikationsvorganges durch Kontrollmeldungen realisiert. Darüber hinaus muss eine Daten-Flusssteuerung vorhanden sein, welche in Zusammenarbeit mit einem Datenpuffer, die Übertragungsgeschwindigkeit der einzelnen TCP-Verbindungen, regelt.

Anwendungsunterstützung:

Um zwischen den Kommunikationsverbindungen und spezifischen Anwendungen unterscheiden zu können, bilden TCP- und UDP-Ports eine Software-Abstraktion. Dies ist notwendig, um eindeutig Abgrenzung von Kommunikationsverbindungen gegenüber spezifischen Anwendungen gewährleisten zu können.

BACnet/IP-Protokoll

Das Protokoll ISO8802-3 ist für eine übergreifende Kommunikation außerhalb der Grenzen eines lokalen Netzwerks, häufig eingesetzte IP-Router, welche in gewöhnlichen EDV-Netzwerken zum Einsatz kommen, ungeeignet. In Europa hat sich dementsprechend für ethernet-basierte Netzwerke BACnet/IP durchgesetzt. Zu diesem Zweck wird ein BACnet-Telegramm in einem UDP/IP-Rahmen gekapselt. Wie es im unteren Abbild eines IP-Telegramms dargestellt worden ist.

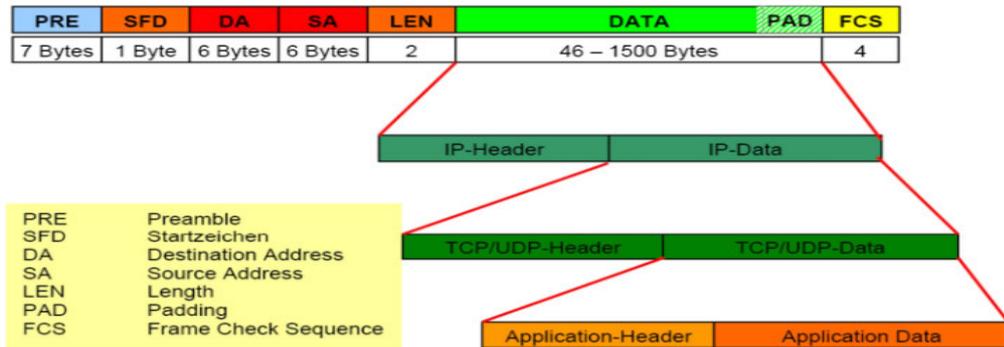


Abbildung 3 Kapselung eines BACnet Telegramms im IP-Frame

Bei der Kapselung des BACnet-Telegramms in ein IP-Frame wird eine zusätzliche Unterschicht eingefügt. Diese wird als BVLL bezeichnet.

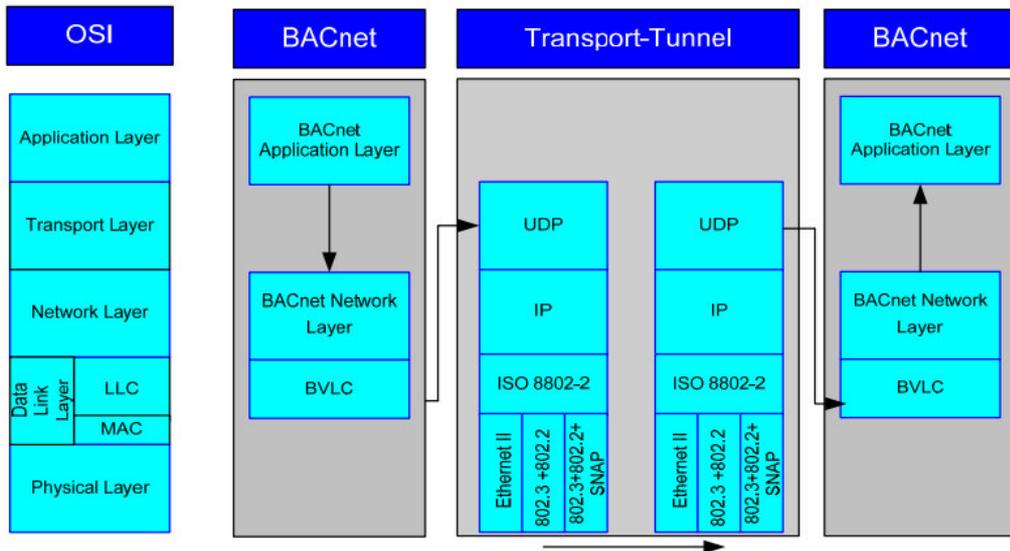


Abbildung 4 BACnet Transporttunnel

In der Abbildung 5 ist dargestellt, wie das Telegrammframe von der BVLC-Schicht durch einen Transport-Tunnel in ein TCP/UDP-Frame gekapselt wird und als IP-Daten im IP-Frame vorliegt.

5. Funktionsbeschreibung

Die DDC fungiert als zentraler Baustein für eingehende Sensorwerte, als ausgehende Stellsignale. Mit Hilfe der gemessenen Temperatur, errechnet die Steuerung den Stellwert für den Stellantrieb des Heizregisters.

Nach der Inbetriebnahme des Systems stehen alle Funktionen des Systems zur Verfügung, sobald alle Funktionsblöcke geladen wurden.

5.1 Beleuchtungssteuerung

Funktionsprinzip: Das Leuchtmittel ist ein 230-V-AC-LED-Spotlight von LG welches ein Vorschaltgerät besitzt, das das Dimmen realisiert. Geschaltet wird die Beleuchtung mit Hilfe eines Relais und dem Ausgang 1 auf der digitalen Ausgangsklemme. Sobald das Relais angezogen ist, wird die das Leuchtmittel eingeschaltet. Die Dimm-Funktion ist nur dann möglich, wenn das Leuchtmittel auch eingeschaltet ist. Da ein Hilfsstromkreis den Dimm-Bereich einstellt und von der analogen Ausgangsklemme realisiert wird, muss man diesen Hilfsstromkreis abschalten können. Diese ist notwendig, um einen Betrieb ab dem Grenzbereich von 0,85V unterbinden zu können. Denn das Leuchtmittel wird ab einer Steuerspannung von 0,85V an den Dimm-Klemmen vom Vorschaltgerät abgeschaltet. Dementsprechend muss diese Hilfsspannung abschaltbar sein, um Spannungsfreiheit der Leuchte garantieren zu können.

Die Beleuchtung innerhalb des Serverschranks wird mit einer 24-V-LED-Leuchtmittel realisiert. Eingeschaltet wird dieses Licht, sobald man die Vordertür des Schrankes öffnet und der Türkontakt kein Signal am Ausgang 2 der digitalen Eingangsklemme mehr liefert.

Der fest verdrahtete Taster des Systems besitzt eine Hintergrundbeleuchtung. Diese Beleuchtung wird ebenso in Abhängigkeit des Türkontaktes gesteuert. Ist die Tür geöffnet und die innere Beleuchtung eingeschaltet, wird die Hintergrundbeleuchtung des Tasters abgeschaltet. Wenn die Tür geschlossen wird und das innere Licht abgeschaltet ist, wird die Hintergrundbeleuchtung wieder eingeschaltet.

Das Dimmen kann sowohl mit Hilfe des Systemtasters von der Firma GIRA erfolgen, als auch mit dem EnOcean-Funktaster. Die LED-Leuchten des Systemtasters signalisieren die Grenzen des Dimm-Bereiches, sobald dieser erreicht wird.

5.2 Jalousiesteuerung

Funktionsbeschreibung: Zur Verfügung steht ein 24-V-Gleichstrommotor. Ein Wechselpolschalter des Herstellerunternehmens ist nur mechanisch steuerbar. Da das System jedoch automatisiert funktionieren soll, muss man einen bei der Motorsteuerung eigenen Wechselpolschalter realisieren. Dies wurde mit Hilfe von zwei gleichstromgesteuerten Relaisklemmen realisiert. An der digitalen Ausgangsklemme werden mit Hilfe der Ausgänge 2 und 3 beide Relais geschaltet. Sind beide Relais angezogen und unter Spannung, wird die Freigabe für den Ausgang 4 realisiert, welcher wiederum bei eine 24-V-Gleichspannung an den Motor schaltet und diese für eine einstellbare Dauer am Motor anlegt. In diesem Zeitintervall wird das Rollo heruntergelassen. Läuft dieses interne Zeitglied ab, erlischt die vorhergenerierte Freigabe für den Motorbetrieb und Ausgang 4 schaltet die 24-V-Versorgungsspannung ab. Eine Sekunde nach verfallender Motorfreigabe werden beide Relais wieder abgeschaltet. In dieser Stellung kann der Motor ebenfalls betrieben werden, jedoch ist die Rotationsrichtung umgekehrt und der Sonnenschutz wird hochgezogen. Im laufenden Betrieb des Motors sind sowohl die Tasten als auch die Elemente der Visualisierung, welche Zugriff haben auf die Motorsteuerung, verriegelt. Die Tasten selbst und auch die Webtasten sind gegeneinander verriegelt, sodass bei gleichzeitiger Betätigung der Tasten oder Visualisierungsknöpfe keine Betriebsspannung auf den Motor gegeben werden kann. Um Fehlerfälle bei der Relais-Stellung vermeiden zu können, wurden zwei digitale Eingänge mit den Aus-

gängen 2 und 3 verschaltet. Sobald diese Ausgänge ein Signal registrieren, startet ein Totzeitglied, welches eine 20ms Einschaltverzögerung repräsentiert. Mit einer Schaltzeit von 3ms der Ausgänge und einer 3ms Reaktionszeit der Ausgänge wird dem Relais mit Totzeitglied zusätzlich 20ms eingeräumt. Um sicher gehen zu können, dass beide Relais angezogen sind, bevor die Versorgungsspannung zugeschaltet wird.

Die Steuerung des Sonnenschutzes erfolgt mit Hilfe des Systemtasters. Sobald der Tastbefehl zum Absenken der Jalousie erfolgt, signalisiert die LED am Systemtaster den Senkvorgang. Wenn die Bewegung abgeschlossen ist, wird die LED an der entsprechenden Wippe abgeschaltet.

5.3 Regelung Raumtemperatur

Die Regelung der Heizventile übernimmt ein thermoelektrischer Stellantrieb. Die Ansteuerung erfolgt mit einem Zweipunktregler mit Hysterese.

Funktionsprinzip: Der programmierte Zweipunktregler mit Hysterese wertet den Istwert der Temperatur aus, welcher von der PT100-Klemme geliefert wird. Er schaltet den Stellantrieb ein, sobald die Regelabweichung höher ist als $0,2^{\circ}\text{C}$. Leider wird der Ruhezustand bei einer Zweipunktregelung nie erreicht, allerdings kann man einen eingeschwungenen Zustand realisieren, indem der Regler zwischen an und aus, auf einem einstellbaren Temperaturniveau schwingt. Das Heizsystem kann ein- und ausgeschaltet werden. Die Eingabe der Sollwerttemperatur erfolgt mit den Telegrammen des Funktasters von EnOcean, oder mit der Bedienoberfläche der Visualisierung. Der eingestellte Sollwert wird nur im Visualisierungspanel angezeigt, da am System keine visuelle 7-Segmentanzeige angeschlossen ist.

Im eingeschalteten Modus des Heizsystems, signalisiert die LED an der Heizwippe den Betriebsstatus. Dementsprechend ist diese LED ausgeschaltet, wenn das Heizregister abgeschaltet ist.

Zweipunktregelung:

Der PT100-Temperatursensor liefert den Temperaturwert in den Testräumen als Istwert. Der Sollwert wird dem Zweipunktregler vorgegeben. In Abhängigkeit des Istwertes wird der Stellantrieb der Heizung angesprochen und dieser steuert dementsprechend auf.

Bei starker Änderung der Führungsgröße kann er die Regelabweichung schneller ausregeln, als anderen es mit anderen Regelverfahren möglich ist. Dieser Fall kann beim Stoßlüften eines Raumes mit Hilfe der Fenster simuliert werden.

6. Planung

Im Planungsprozess wurden einige Bausteine des Programms teilweise vor der Anlieferung der Hardware programmiert, so dass Schnittstellen der Visualisierung und der Hardware vorab geplant werden konnten.

Die Planung wurde mit der Software TRIC umgesetzt. Es handelt sich dabei um eine Software, welche es einem ermöglicht, Funktionspläne nach VDI 3814-1 anzufertigen. Eine genaue Bedienung und Einführung ist im Praktikumsbericht des Industriepraktikums beschrieben.

6.1 System Datenpunktliste

Im der folgenden Tabelle sind alle globalen Variablen dargestellt die Kommunikationsschnittstellen bilden, zwischen Visualisierungsinterface und den Hardwareschnittstellen des Systems.

Diese globalen Variablen werden zusätzlich zu den internen Systemvariablen erstellt, um prozessgebildete Variablen nicht nach außen freigeben zu müssen.

Mit den folgenden Datenpunkten arbeitet das JAVA-Applet zur Visualisierung der Bedienoberfläche.

Datenpunkt	DO	DI	AI	AO
taktgeber:BOOL;	1	-	-	-
visu_sollwerttemperatur_hochregeln: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
visu_sollwerttemperatur_runterregeln: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
Temperatur_skalliert: REAL := 0;	-	-	-	1
Sollwerttemperatur_eingestellt: REAL := 0;	-	1	-	-
Stellantrieb_Status: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
Einschaltsignal_Heizsystem: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_schalte_Heizsystem_ein: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
Visu_schalte_tuerkontakt_aus: BOOL := TRUE;	1	-	-	-
Visu_StatusHauptbeleuchtung: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
visu_schalte_Hauptbeleuchtung_ein: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_hysterese_Heizungsregler: REAL := 0.2;	-	-	-	1
visu_rollo_runter: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_rollo_rauf: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_runterdimmen_Hauptleuchmittel: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_hochdimmen_Hauptleuchmittel: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_Status_Tuerkontakt: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
visu_Hintergrundbeleuchtung_Taster_einschalten: BOOL := TRUE;	1	-	-	-
visu_Voreinstellung_ServerschrankLicht: BOOL := TRUE;	1	-	-	-
visu_serverschrankLicht_system_einschalten: BOOL := TRUE;	1	-	-	-
visu_serverschrank_Innenbeleuchtung_schalten: BOOL := FALSE;	1	-	-	-
visu_Serverschrank_Licht_Status: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
visu_Licht_Szene_1:BOOL:=FALSE;	1	-	-	-
visu_Licht_Szene_2:BOOL:=FALSE;	1	-	-	-
visu_Licht_Szene_3:BOOL:=FALSE;	1	-	-	-
visu_Szenen_auswahl_Status: BOOL := FALSE;	-	1	-	-
visu_Szenen_Dimmwert: REAL := 0;	-	-	-	1

Tabelle 3 Datenpunktliste des Systems

6.2 BACnet Controller

In dieser Planungsübersicht der „Abbildung 2 in den Anlagen 1“ ist der Feldbusknoten mit allen Ein- und Ausgangsschnittstellen dargestellt. Der Feldbusknoten sitzt auf einer 19-Zoll-Hutschiene. Das Abbild 2 in den Anlagen ist die Nr. 1 das Netz für den Feldbuskoppler. Der Controller befindet sich auf Position 2. Die beiden digitalen Ein- und Ausgangsklemmen befinden sich auf Position 3 und 4. Die Potentialvervielfältigungsklemmen für das Nullpotential und 24-V-Potential sind auf Position 5 und 6. Danach folgt die PT100-Klemme auf der Position 7. Auf Position 8 und 9 sind die analogen Eingangsklemmen vorzufinden. Das letzte geplante Element ist die EnOcean-Klemme. Den Feldbusknoten schließt eine Endklemme ab. Auf der Hutschiene befinden sich die drei Schaltrelais. Da diese noch in die Automationsebene gehören und abgegrenzte Stromkreise ein und abschalten, werden diese drei Elemente in der Testumgebung als Teilglied der SPS betrachtet.

In dieser Übersicht der „Abbildung 3 Anlagen 1“ werden alle Datenpunkte dargestellt, welche die Steuerung realisieren kann. Jedoch wurden nicht alle möglichen Datenpunkte im Rahmen der Bachelorarbeit benötigt, um die gewünschten Funktionen realisieren zu können.

Darüber hinaus wurde in der endgültigen Konfiguration des Feldbusknotens die Anzahl der einzelnen Klemmen erhöht. Darum weicht die Klemmenkonfiguration des geplanten Knoten von der Endkonfiguration ab. Die genaue Anzahl der Bauelemente der Endkonfiguration befinden sich in der Tabelle 2.

6.3 Sonnenschutz/Lichtsteuerung

Die Beschaltung, welche in der „Abbildung 4 Anlagen 1“ der Relais-Klemmen dargestellt ist, wurde wie folgt geplant und im Serverschrank auch nach der selbigen Struktur umgesetzt.

Die Beleuchtung wird eingeschaltet sobald das Relais 1 eingeschaltet wird. Dies wird mit einem High-Signal am Ausgang 1 der digitalen Ausgangsklemme realisiert.

Die Relaisstellung der Relais 2 und 3 in abgeschalteten Zustand realisiert einen Stromkreis über den das Sonnenschutzrollo hochgezogen werden kann. Wenn beide Relais durch einen High-Signal der digitalen Ausgänge 2 und 3 angezogen werden, wird ein Stromkreis aufgebaut, der den Motor in die entgegengesetzte Richtung drehen lässt. Dann kann das Rollo heruntergelassen werden.

Nachdem die Stromkreise aufgebaut wurden, erfolgt intern die Freigabe für eine Spannungsversorgung des Motors und die Bewegung wird in die eingestellte Drehrichtung realisiert.

Die Datenpunktliste zur Verdrahtung der Feldgeräte mit den Relaisklemmen ist hier beschrieben. Da die Relaisklemmen als Teil des Systems betrachtet wurden, welche sich in der Automationsebene befinden, ergibt sich eine zusätzliche Datenpunktliste für Feldgeräte zu den System-schnittstellen der Automationssysteme.

7. Umsetzung

Um das Programm übersichtlicher darstellen zu können, ist eine Ansicht in Struktogrammen erstellt worden.

7.1 Programmierwerkzeug Codesys

Codesys ist eine Programmierumgebung für speicherprogrammierbare Steuerungen. Die Software setzt Programmiernormen nach IEC 61131-3 bei der Anwendungsentwicklung in der Industrieautomation um.

Zusammenstellung des Projektes in Codesys

Das Projekt wurde in verschiedenen Sprachen zusammengestellt. Die eingesetzten Programmiersprachen waren:

- FUP:
Die Funktionsbausteinsprache ist eine der fünf definierten Programmiersprachen der EN 61131-3 Norm zur Programmierung von speicherprogrammierbaren Steuerungen (SPS). Die Darstellung der grafisch orientierten Sprache verwendet Logiksymbole der Booleschen Algebra und eignet sich besonders gut für Verknüpfungssteuerung. Der Quellcode ist relativ einfach nachvollziehbar, solange man mit booleschen Symbolik vertraut ist.
- Struktureller Text (ST):
Die Sprache Struktureller Text gehört ebenso zu den fünf definierten Sprachen zum Programmieren speicherprogrammierbarer Steuerungen. Auch für diese Sprache legt die Norm EN-61131-3 den Sprachumfang fest. Die Syntax der Sprache ähnelt der Hochsprache PASCAL und ist „case insensitive“. ST bietet mehr Strukturierungsmöglichkeiten als AWL und hat einen mächtigeren Funktionsumfang als FUP. So lassen sich IF-Anweisungen oder FOR-Schleifen nicht in FUP realisieren, dafür nutzt man dementsprechend ST.

Gemäß den IEC 61131-3 Standards bestehen ein Programm aus Strukturen, Bausteinen und globalen Variablen. Die Abarbeitung des Hauptprogramms findet im Baustein PLC_PROG statt. Von dort aus können weitere Funktionsbausteine aufgerufen werden.

7.2 Vorgehensweise bei der Erstellung des Projektes in Codesys

Viele Funktionen wurden im Voraus erstellt und mit Simulationswerten getestet. Um eine optimale Ausnutzung der Arbeitszeit zu gewährleisten, kann man jeden Baustein in einer Bibliothek online einsehen und auf diesen zurückgreifen, wenn die nötige Funktion gewährleistet ist.

7.3 Projekterstellung mit Codesys

Hauptprogramm

Das Programm wird in einem beliebigen Funktionsblock des Datentyps System-Start deklariert und im Hauptprogramm PLC(PRG); beim Booten geladen. Siehe „Abbild 6 Hauptprogramm“ im Anlagenteil.

Aufrufen einer Instanz des Funktionsblockes System_start
--

Abbildung 5 Hauptprogramm

Die Strukturen und Bibliotheken für das Anwendungsprogramm BACnet_02 wurden aus dem Anwendungshinweis übernommen. Folgende Bibliotheken wurden im Projekt eingebunden:

Util.lib, BACnetAccess.lib, Standart.lib, Syslibcallback.lib, WagoLibSockets.lib, SysLibSockets.lib, BACnet_02.lib, WagoLibKBUS.lib, Serial_interface_01.lib, SerCom.lib, WagoBuilding.lib, EnOcean_06.lib, NETVARUDP_LIB_V23.lib.

Innerhalb der Instanz werden alle weiteren Funktionsblöcke aufgerufen, Sensorwerte generiert und eine entsprechende Antwort erzeugt, ohne dabei Parameter zu übergeben oder welche zu erwarten.

Der erste Funktionsblock in der „Abbildung 7 Hauptprogramm Teil 1“ stellt einen Initialisierungsblock dar. Da das System nichtdauerhaft läuft und gesetzte Werte aus der Visualisierung bekommt sowie über geplante Bedienelemente gesteuert werden kann, müssen keine Initialwerte zurückgesetzt werden. Damit wurde der Block für eine weitere Bearbeitung implementiert, jedoch im Programm nicht praktisch genutzt. Gefolgt kommt ein Block, der die Tastsensorwerte des Systemtasters der Firma GIRA liefert und somit können die angereichten Funktionen dieser Knöpfe abgerufen werden. Anschließend folgt ein Sensor, der die Raumtemperatur misst und auf ein ansprechendes Format rundet. Das nächste Netzwerk schaltet mit Hilfe eines digitalen Ausganges den Türkontakt des Serverschranks ein. Dabei handelt es sich um einen gewöhnlichen Magnetkontakt, der beim Zusammenführen mit dem Element die Funktion eines Öffners realisiert. In Abhängigkeit des Öffner-Signales wird ein interne 24-V-LED zur inneren Beleuchtung des Serverschranks eingesetzt. Beim Einschalten der Innenbeleuchtung wird eine weitere Abhängigkeit gesteuert. Es handelt sich dabei um die Hintergrundbeleuchtung des Systemtasters. Da die Innenbeleuchtung den Serverschrank ausleuchtet, ist es nicht notwendig, die Hintergrundbeleuchtung zu betreiben. Somit werden zwei Variablen mit dem Türkontakt gesteuert. Zum einen wird die Innenbeleuchtung eingeschaltet und gleichzeitig geht der zuständige digitale 24-V-Ausgang für die Hintergrundbeleuchtung aus.

Der nächste Abschnitt im Quellcode beschäftigt sich mit dem Heizsystem. Hierbei wird das Heizsystem über ein Taster-Signal eingeschaltet. Dabei ist zu beachten, dass die Solltemperatureinstellung immer möglich ist. Diese ist einsehbar in der Visualisierung. Der Sollwert wird an den Zweipunktregler mit Hysterese erst mit dem Einschaltsignal übergeben. Die Schnittstelle für den Sollwert hat reale Grenzen einprogrammiert, sodass eine Temperatur die höher ist als 30°C und oder niedriger als 5°C nicht eingestellt werden kann. Dabei werden die Tasten verriegelt und der interne Zähler akzeptiert nur noch die Zählung in die entgegengesetzte Richtung. Durch das Schalten des Stellantriebes erfolgt die Regelabweichung, welche unter Berücksichtigung der Hysterese im Zweipunktregler-Funktionsblock berechnet wird. Der Regler ist ebenfalls mit einer globalen Variablen verbunden, sodass immer ein Statussignal zum Betriebsstand des Ventils angezeigt werden kann. Der EnOcean-Taster stellt die gleiche Funktion wie der Systemtaster dar. Die erste Wippe realisiert das Einstellen der Sollwerttemperatur. Dabei sind beide Tasten gegeneinander verriegelt um Fehlerfälle abfangen zu können.

Im nächsten Abschnitt in der „Abbildung 8 Hauptprogramm Teil 2“ wird die Dimm-Steuerung betrachtet. Diese ist grundsätzlich eingeschaltet. Beim Drücken der Dimm-Tasten wird eine Variable erhöht. Da das Programm von dieser sequenziell abgearbeitet wird und dies wiederholend in einem eingestellten Zyklus (eingestellt 30ms) vollzogen wird, ist der Einsatz von Schleifen nicht zwingend notwendig. Diese Variable bewegt sich in klar definierten Grenzen, welche eine kleinere Dimm-Spannung als 0,9 ausschließen. Die Schrittweise ist ebenso variabel. Dabei ist ein Kontroll-Funktions-Block für Simulations-Spannungswerte aktiv. Darüber hinaus muss der Block auswerten können, ob eine Szene aktiv ist und muss dabei den Dimm-Wert, welcher über die Taster und die Visualisierungswerte eingestellt wird, übersteuern können. Außerdem muss beachtet werden, dass das Leuchtmittel auch eingeschaltet ist, wenn gedimmt wird. Hierbei wird sichergestellt, dass das Gerät nicht im ausgeschalteten Zustand mit einer Dimm-Spannung versorgt wird. Um dies gewährleisten zu können, wird ein SR-Glied genutzt, um den Funktionsblock der das Stellsignal liefert, abschalten zu können. Hierbei wird das Einschaltsignal des Leuchtmittels übergeben und schaltet gleichzeitig den Dimm-Block ein.

Andererseits muss der Dimm-Block das Leuchtmittel ebenso einschalten können, unter der Bedingung, dass dieses ausgeschaltet ist. Dies wird am Lichtrelais bewerkstelligt. Dargestellt sind die Vorgänge in der „Abbildung 9 Hauptprogramm Teil 3“.

Zum Schluss wird das EnOcean-System aufgerufen, indem die entsprechenden Blöcke geladen werden. Dabei ist zu beachten, dass der Funktionsblock nur einmal im gesamten Programm aufgerufen werden darf und die Klemmennummer nicht die Reihenfolgenummer ist, die aussagt an welcher Position die Klemme eingebaut ist. Es ist lediglich die Nummer der betriebenen Klemmen gemeint. Das Aufrufen der EnOcean-Klemme ist im „Abbild 10 Hauptprogramm Teil 4“ abgebildet. Der letzte Funktionsbaustein im Verbund des EnOcean-Systems ist der Taster, der nach einigen wenigen Einträgen globale Steuervariablen setzen kann.

Beleuchtung

Das „Abbild 11 Lichtrelais wird eingeschaltet“ stellt alle Fälle in denen die Hauptbeleuchtung eingeschaltet wird, dar.

Heizungs-System

Die „Abbildung 12 Zweipunktregelung des Heizsystems“ wird eine Stellwert „Pointer“ aus dem Funktionsblock Regler_heizung_ZWPH abgerufen. Der als eine Ein- und Ausgangsvariable im Quellcode deklariert worden ist. Anhand des Wertes, auf den die Referenz zeigt, wird das Stellventil entweder beim „true“- Wert geöffnet oder beim „false“- Wert geschlossen.

Dimm-Steuerung

In der „Abbildung 13 Dimm-Steuerung“ wird mit Hilfe eines Tasters oder Visualisierungspanels ein Stellwert erhöht. Dazu wird der Systemtakt der Steuerung genutzt. Um die Dimm-Geschwindigkeit regulieren zu können, wurde eine Schrittweite festgelegt, um die die Variable uiCounter erhöht wird. Im ersten Abschnitt des Funktionsblockes wird festgestellt, ob Szenen gebildet werden sollen. Danach wird der Dimm-Wert mit dem Funktionsblock DB_Dimmbaustein ermittelt. Dieser Wert wird im nachfolgenden Netzwerk an den Funktionsblock DB_Szenen_Auswahl_Block übergeben, welcher immer aktiv ist, solange der gesamte Dimm-Steuerungsblock eingeschaltet ist. Dieser Block entscheidet dann, welcher Wert an den WAGO-Funktionsblock FbBACnetNative_AO übergeben wird. In dem Fall der Testumgebung wird ein Dimm-Wert übergeben, der über die Eingabelemente realisiert wurde, oder ein fester Szenenwert bei 30% wird eingestellt. Da der Hauptbaustein DB_Dimmsteuerung immer aktiv ist, muss man sicher gehen, dass das Dimm-Signal auch Null ist, um den Steuerstromkreis zum Dimmen abschalten zu können. Hierbei wird intern ausgewertet, ob die Hauptbeleuchtung eingeschaltet ist oder nicht. Ist das Licht ausgeschaltet, wird der Block DB_Dimmbaustein, der den Sollwert berechnet, einfach abgeschaltet.

Sonnenschutz-Steuerung

In der „Abbildung 14 Sonnenschutz-Steuerung“ ist der Funktionsblock, zur Steuerung des Sonnenschutzes, abgebildet. Zuerst werden die Inputsignale vom Taster bzw. Visualisierungspanel ausgewertet. Dies geschieht mit Hilfe des Funktionsblockes DB_Wechselschalter. Intern werden dabei bei Betätigung einer Bewegungsrichtung Zeitfenster gestartet. Dies wird mit Zeitgliedelementen realisiert. Sobald ein Zeitglied gestartet wurde, ist ein weiterer Input über die Schnittstellen verriegelt, solange dieses Zeitglied noch nicht abgelaufen ist. Nach dem Start des Zeitfensters wird ein Funktionsblock DB_Relaisstellung_Auswahl aufgerufen. Dieser Funktionsblock prüft, ob die Relais auch den geforderten Stromkreislauf realisiert haben. Zusätzlich wird hierbei eine Totzeit von 20 ms gestartet die sicherstellt, dass das Relais auch angezogen ist und sich nicht im

Schaltvorgang befindet. Erst danach werden Freigaben erzeugt, die die Betriebsspannung auf den Motor anlegen.

7.4 Programmierung der DDC in Codesys

Auf der CD befindet sich der gesamte Quellcode zum umgesetzten Projekt.

7.5 Testen der Aktoren und Sensoren in Codesys

Die Aktoren und Sensoren wurden vorher in einer Testschaltung auf einer separat eingerichteten Programmierereinheit getestet und in kleineren Funktionsblöcken auf die Steuerung heruntergeladen und getestet.

7.6 Hochladen und Inbetriebnahme des Ablaufprogramms

Zuletzt wird eine Visualisierung auf einer einfachen Oberfläche aus rudimentären Funktionsbausteinen wie Taster und Label-Elementen für eine Statusmeldung eingerichtet.

Vor dem Hochladen muss die Visualisierung in VISU_PLC umbenannt werden. Sobald man das ganze Projekt abschließend bereinigt, muss man es erneut ganz übersetzen. Sobald dies erledigt ist, kann man in den Live-Modus der Steuerung wechseln, ein neues BACnet-Abbild erzeugen. Jetzt muss ein Bootprojekt erzeugt werden, damit das Projekt dauerhaft in der Steuerung bleibt und beim Beenden der Online-Session wieder verloren geht.

7.7 Testen der Visualisierung auf unterschiedlichen Browsern und Betriebssystemen

Um die Visualisierung testen zu können, ist die aktuellste Version der Java-Laufzeitumgebung zwingend auf dem Rechner erforderlich. Mit der eingestellten IP kann man die Steuerung mit Hilfe des IP-Protokolls, das WEB-Management-System erreichen. Um die Visualisierung testen zu können, muss man auf WEB-Visualisierung klicken. Anschließend wird das Design der Visualisierung geladen und die Bedienung kann vollzogen werden. Sollte es zu Fehlern kommen, muss man vor jedem Download des Projektes auf die Steuerung alles bereinigen und alles neu übersetzen. Somit werden Fehler minimiert.

Es gibt aber auch die Chance, die Visualisierung über eine APP von WAGO aufrufen zu können. Man benötigt dazu lediglich die WAGO-Applikation zur Visualisierung und Zugriff auf die Visualisierung.

Diese Applikation ist betriebssystemübergreifend, kann also ebenso auf einem MAC/iPhone/iPad geladen werden.

8. Fazit/Auswertung

Die Aufgabenstellung bestand darin, eine autarke automatisierte Testumgebung für Aktoren und Sensoren zu schaffen. Dabei sollten die Funktionen Dimmen, Schalten von Leuchtmittel, Sonnenschutzfunktion, sowie Heizungsregelung realisiert werden.

Das Projekt wurde mit kleinen Abstrichen rechtzeitig fertiggestellt und konnte in Betrieb genommen werden. Die oben genannten Kernfunktionen wurden nach gewünschten Vorgaben jedoch erfüllt.

Bei der Arbeit musste ich feststellen, dass es hilfreicher sein kann, wenn man die Funktionsbausteine von WAGO benutzt, da diese teilweise außerordentlich gut durchdacht sind und mit den entsprechenden Bibliotheken problemlos und lizenzfrei eingebunden werden können.

Der Helligkeitssensor wurde 24.02.2017 geliefert. Bei der Inbetriebnahme am 27.02.2017 wurde ein Defekt festgestellt. Den Umtausch des Gerätes konnte der Hersteller nur in einem Lieferzeitraum von zwei zusätzlichen Wochen realisieren, da die Geräte nicht auf Lager vorliegen und nur auf Bestellung zusammengesetzt werden. Der Bearbeitungszeitraum dafür erwies sich als zu kurz, darum wurde dieser aus der Planung gestrichen. Somit entfällt die automatische Regelung des Leuchtmittels in Abhängigkeit der Lichtverhältnisse.

Ebenso entfiel das Präsenzmeldungsrelais. Da es sich um einen Kombinationssensor handelte, der die Helligkeit und ein Präsenzmeldungsrelais beinhaltete. Der Präsenzmelder hätte das Heizsystem in Abhängigkeit mit Präsenzmeldung ein- und wieder ausschalten können.

Problematik: Verriegelung gegen Hochfahrbefehl, wenn der Sonnenschutz oben ist, ist umständlich realisierbar und wurde im Projekt nicht gelöst. Diese Problematik hat seinen Ursprung darin, dass es hardwaretechnisch keine Hilfsmittel gibt, welche eine Rückmeldung zum System geben über die aktuelle Position des Sonnenschutzrollos. Ein interner Zähler, der auf die Position des Rollos schließen lässt, wäre eine Möglichkeit um dieses Problem anzugehen bzw. teilweise zu umgehen, jedoch wird man es nur mit Rückmeldesensoren konsequent lösen.

Quellenverzeichnis

Literatur

- Automatisieren mit SPS – Theorie und Praxis „Günter Wellenreuther | Dieter Zastrow“ 5 Auflage
- Mathematische Formelsammlung „Lothar Papula“ Auflage 10
- Automatisieren mit SPS – Übersichten und Übungsaufgaben „Günter Wellenreuther | Dieter Zastrow“ 6 Auflage
- Technische Mechanik Festigkeitslehre „Holzmann | Meyer | Schumpich“ 11 Auflage
- SPS-Programmierung mit ST „Karl Schmitt“ 1 Auflage

Internetquellen

- <http://www.elektronik-kompodium.de/sites/net/0606251.htm> TCP/IP
- <https://de.wikipedia.org/wiki/OSI-Modell> OSI-Modell
- <https://de.wikipedia.org/wiki/Codesys> Codesys
- www.wago.de Benutzerhandbücher zum den Elementen des Feldbusknotens
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00382104_0.pdf&name=m07500831_xxxxxxx_0de.pdf Controller
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00304162_0.pdf&name=m07501504_00000000_0de.pdf Digitale Ausgangsklemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00333093_0.pdf&name=m07500652_xxxxxxx_0de.pdf Serielle Schnittstelle

- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00373094_0.pdf&name=m07530647_00000000_0de.pdf DALI-Multi-Master Klemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00286050_0.pdf&name=m07530646_00000000_0de.pdf KNX/EIB/TP1-Klemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00344396_0.pdf&name=m07500461_00000000_0de.pdf Digitale Eingangsklemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00335328_0.pdf&name=m07500468_00000000_0de.pdf Analoge Eingangsklemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00321361_0.pdf&name=m07501606_00000000_0de.pdf Potentialvervielfältigungsklemme 0V
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00296860_0.pdf&name=m07501605_00000000_0de.pdf Potentialvervielfältigungsklemme 24V
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00189383_0.pdf&name=m07500642_00000000_0de.pdf Funkreceiver EnOcean
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00304592_0.pdf&name=m07500550_00000000_0de.pdf Analoge Ausgangsklemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00347529_0.doc&name=753_620.doc DALI-Multi-Master DC/DC Converter
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00336222_0.pdf&name=m07500600_00000000_0de.pdf Busendklemme
- http://www.wago.de/download.esm?file=%5Cdownload%5C00213089_0.pdf&name=m07590333_00000000_0de.pdf Programmierumgebung
- http://www.wago.com/wagoweb/documentation/759/ger_manu/333/m07590333_00000000_1de.pdf Programmierumgebung Codesys allgemein

Vorlesungs-Script

- Gebäudesystemtechnik IP-Anwendungen Prof Dr. habil. Sokollik
 - IP-Frame
 - BACnet/IP
- Gebäudesystemtechnik Prof Dr. habil. Sokollik
 - BACnet

Normen (Einsicht an der Beuth Hochschulbibliothek)

- IEC 61131-3 Grundlagen speicherprogrammierbarer Steuerungen - Programmiersprachen
- DIN EN ISO 16484-5 BACnet
- DIN EN 60751 Norm zum Widerstandsthermometer

Verzeichnis der verwendeten Abkürzungen

- AAL Ambient Assisted Living
- AC Alternating Current
- AWL Anweisungsliste
- BVLL BACnet Virtual Link Layer
- DALI Digital Addressable Lighting Interface
- DC Direct Current
- DIN Deutsche Industrienorm
- EN Europäische Norm
- FTP File Transfer Protocol
- FUP Funktionsbausteinsprache
- HTTP Hypertext Transfer Protocol
- HTTPS Hypertext Transfer Protocol Secure
- IEC International Electrotechnical Commission
- LLC Logical Link Control
- MAC Media Access Control
- PT100 Platin-Messwiderstand die Zahl 100 bezeichnet den Nennwiderstand bei 0°C
- SNAP Subnetwork Access Protokoll
- SNMP Simple Network Management Protocol
- SNTP Simple Network Time Protocol
- SPS Speicherprogrammierbare Steuerung
- ST Strukturierter Text
- TCP/IP Transmission Control Protocol/Internet Protocol
- UDP User Datagram Protocol
- USB Universal Serial Bus

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Drei-Ebenen-Modell	2
Abbildung 2 Planung der SPS und dazugehöriger Klemmen.....	3
Abbildung 3 Datenpunktliste der Steuerung	4
Abbildung 4 Beschaltung der Relaisklemmen.....	5
Abbildung 5 Datenpunktliste der Relais-Klemmen	6
Abbildung 7 Hauptprogramm Teil 1	7
Abbildung 8 Hauptprogramm Teil 2	8
Abbildung 9 Hauptprogramm Teil 3	9
Abbildung 10 Hauptprogramm Teil 4.....	10
Abbildung 11 Lichtrelais wird geschaltet.....	10
Abbildung 12 Zweipunktregelung des Heizsystems.....	11
Abbildung 13 Dimm-Steuerung	12
Abbildung 14 Sonnenschutz-Steuerung.....	13

Drei Ebenen Modell

Planungsphase

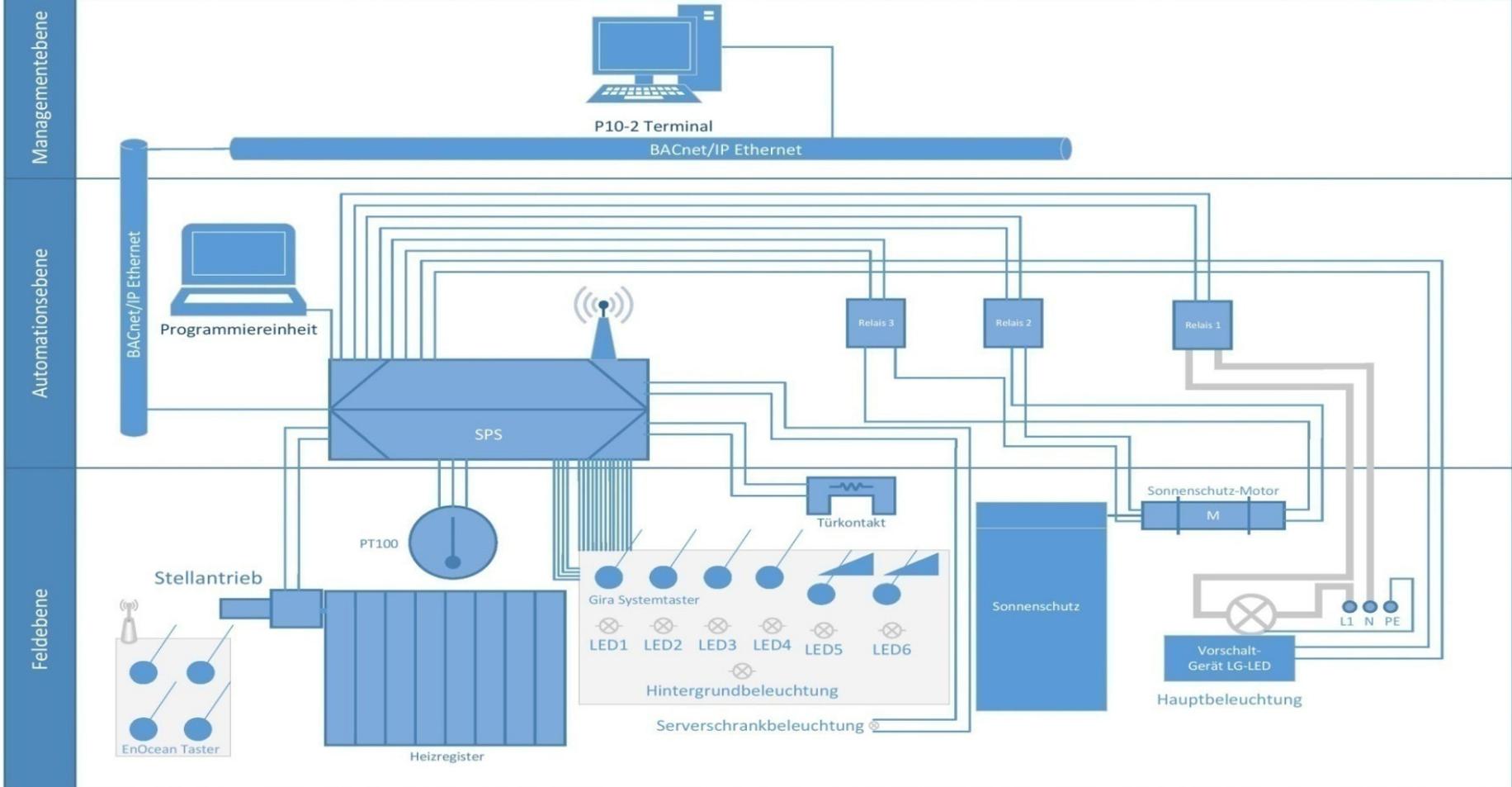


Abbildung 1 Drei-Ebenen-Modell

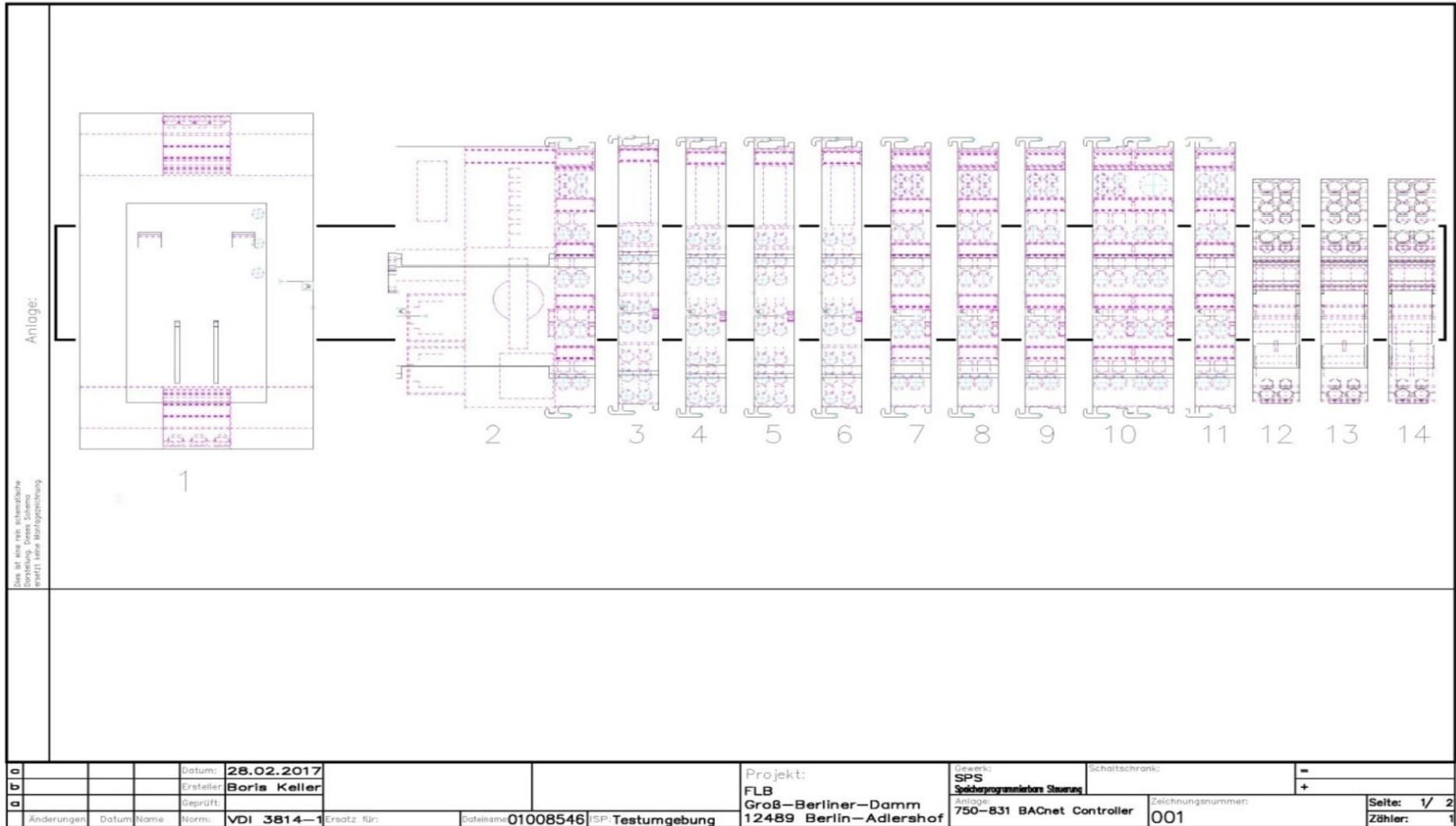


Abbildung 2 Planung der SPS und dazugehöriger Klemmen

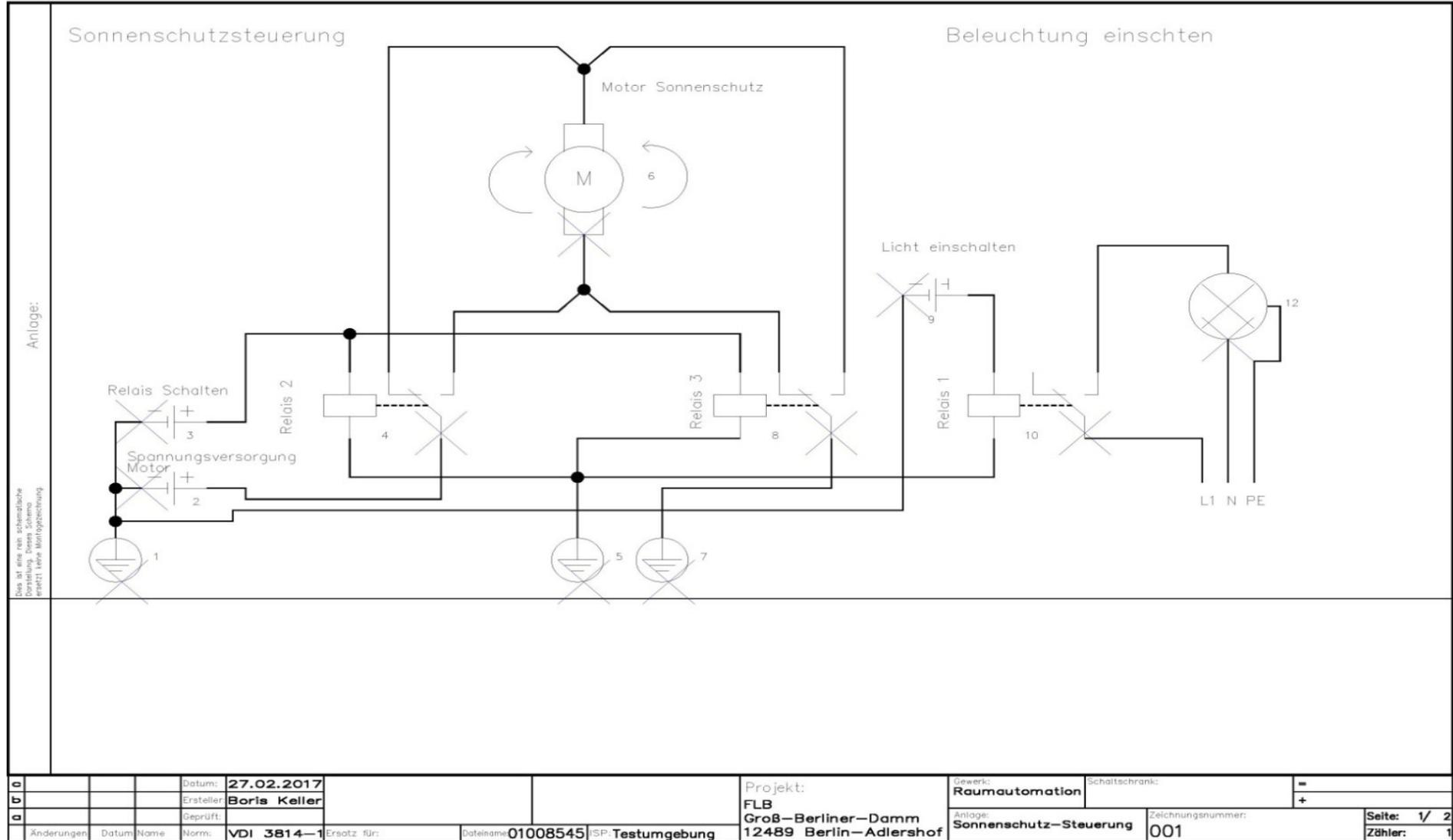


Abbildung 4 Beschaltung der Relaisklemmen

Initialisierung mit FB_init			
Auswertung der Tastersignale vom Systemtaster mit dem Funktionsbaustein FB_Unterputz_Gira_Taster			
Auslesen der Raumtemperatur mit dem Funktionsblock: FB_Temp_Sensor_Lesen,			
Mit der Funktion FB_Raumtemperatur_skallieren; skaliert man den Realwert von z.B. 210 auf einen eine Kommastelle.			
Hauptbeleuchtung wird eingeschaltet wenn Einschaltsignal im Funktionsblock: FB_Schalrelais_Licht auf true gesetzt wenn			
1	2	3	Sonst
Eine Anweisung vom Visualisierungsinterface kommt	Wenn Taste 1 auf dem Systemtaster gedrückt wird.	Szene Button auf der Visualisierungsoberfläche der Szene Button gedrückt wird.	Sonst wird das Licht nicht eingeschaltet.
Statusbit als globale Variable wird für die Visualisierung gesetzt.			
Das Einschaltsignal vom Funktionsbaustein: DB_Tuerkontakt_einschalten geht auf true wenn			
Ja		Nein	
Visualisierungsvariable visu_schalte_tuerkontakt_aus wird auf false gesetzt wenn		visu_schalte_tuerkontakt_aus nicht mehr getoggelt wird	
Funktionsblock: DB_Tuerkontakt_einschalten aufrufen		Türkontakt Status = false	
Türkontakt Status = true			
eine Visualisierungsvariable setzen zum Betriebsstatus des Tuerkontaktes			
Einschaltsignal Serverschrank Lichtsystem wird auf true geschaltet wenn:			
Ja		Nein	
High signal übergeben an DB_Serverschrank_Licht_System		DB_Serverschran_Licht_System wird nicht eingeschaltet	
visu_Status_Serverschrank_Lich_Status wird gesetzt			
Hintergrundbeleuchtung wird eingeschaltet wenn visu_hintergrundbeleuchtung_taster_einschalten high ist			
Ja			Nein
Baustein: FB_Hintergrundbeleuchtung_Block aufrufen			Return,
Status_Hintergrundbeleuchtung auf true setzen			
Heizregister einschalten wenn			
1	2	Sonst	
Taste 2 auf dem Systemtaster betätigt	visu_schalte_heizsystem_ein wird auf true getoggelt	Einschaltsignal_Heizsystem=false	
Einschaltsignal_Heizsystem=true	Einschaltsignal_Heizsystem=true		

Abbildung 6 Hauptprogramm Teil 1

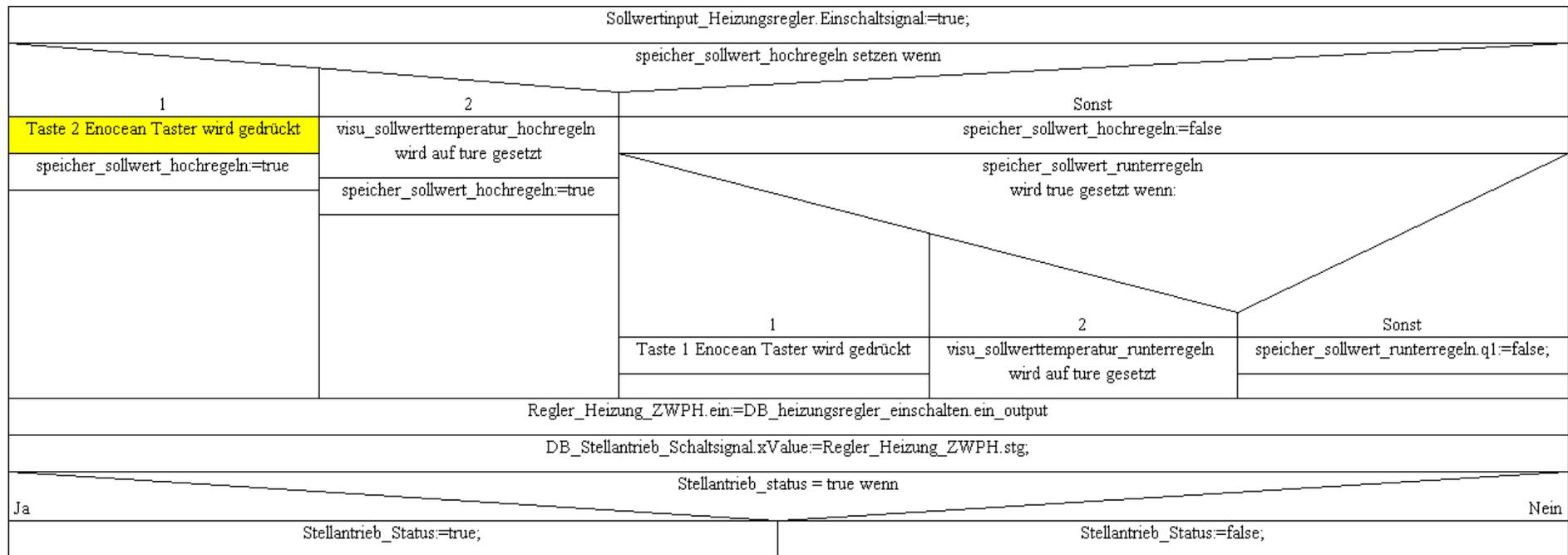


Abbildung 7 Hauptprogramm Teil 2

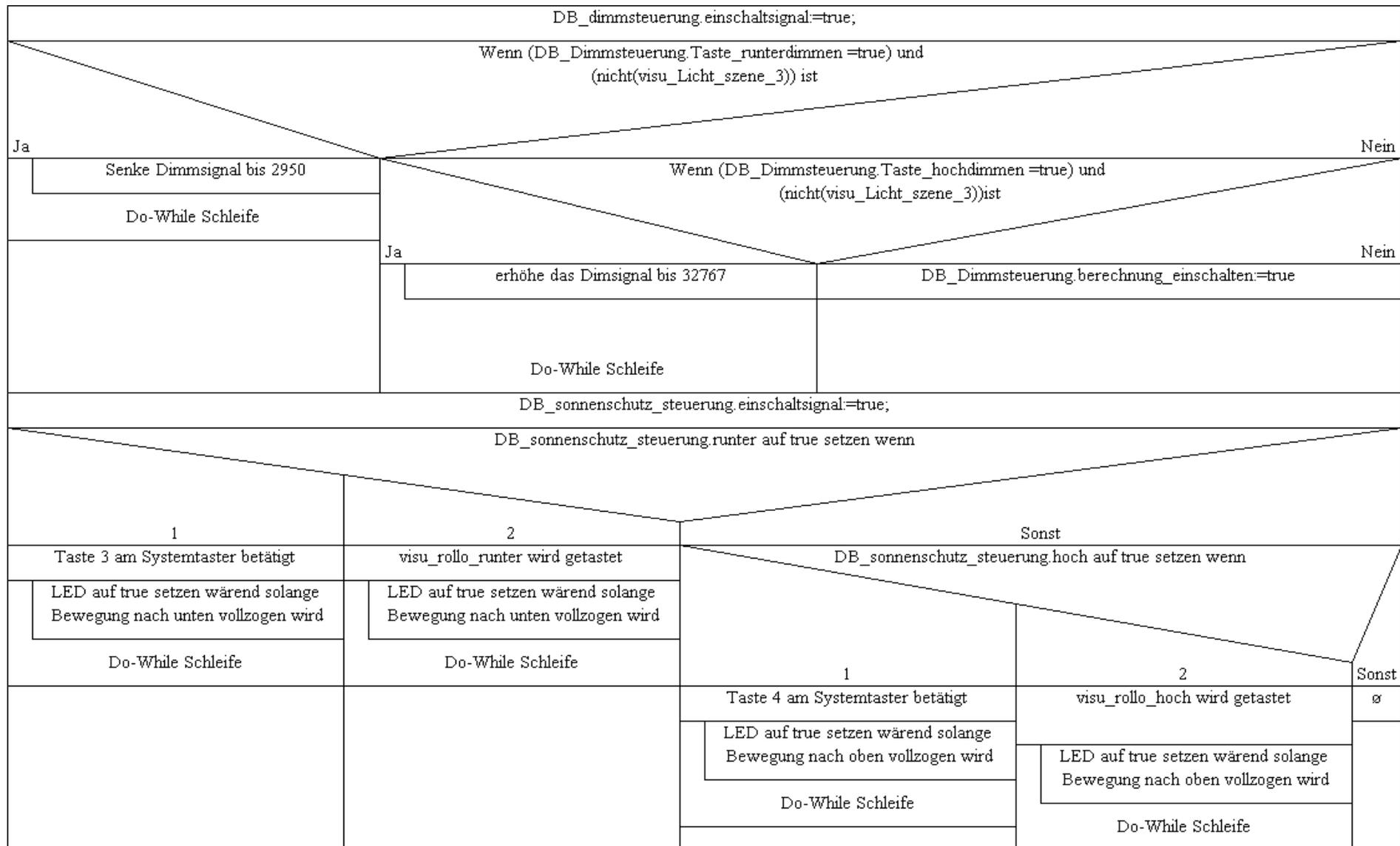


Abbildung 8 Hauptprogramm Teil 3

DB_EnOceanKlemme Funktionsblock aufrufen
Feedback_EnOceanKlemme wird gesetzt um Fehler auswerten zu können.
DB_identifikation_taster
nach zweimaliger Betätigung wird die Taster ID identifiziert
DB_EnOcean_Switch wird aufgerufen und sobald Die EnOcean Tasten Gedrückt werden werden die Entsprechenden variablen auf true gesetzt

Abbildung 9 Hauptprogramm Teil 4

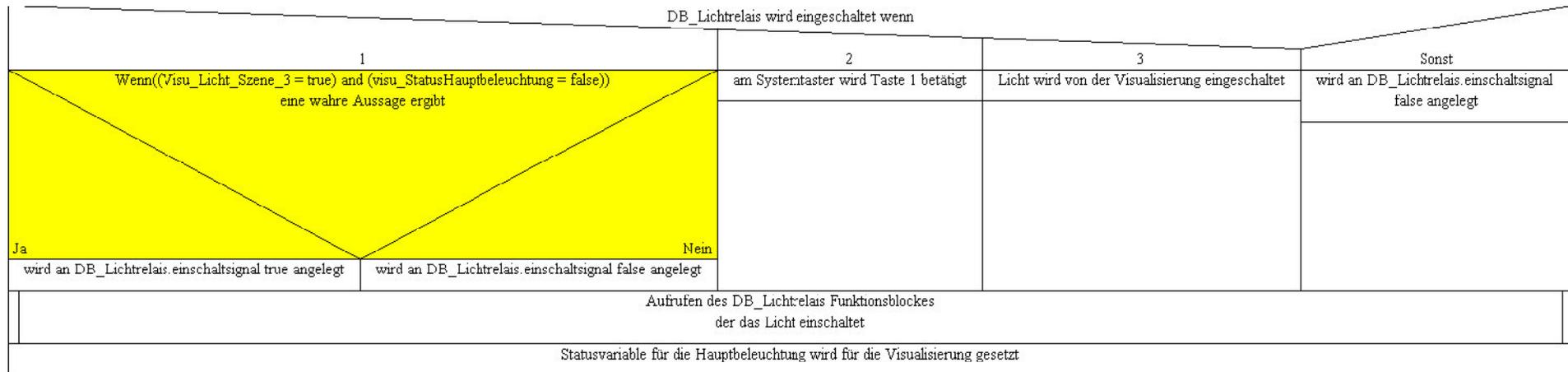


Abbildung 10 Lichtrelais wird geschaltet

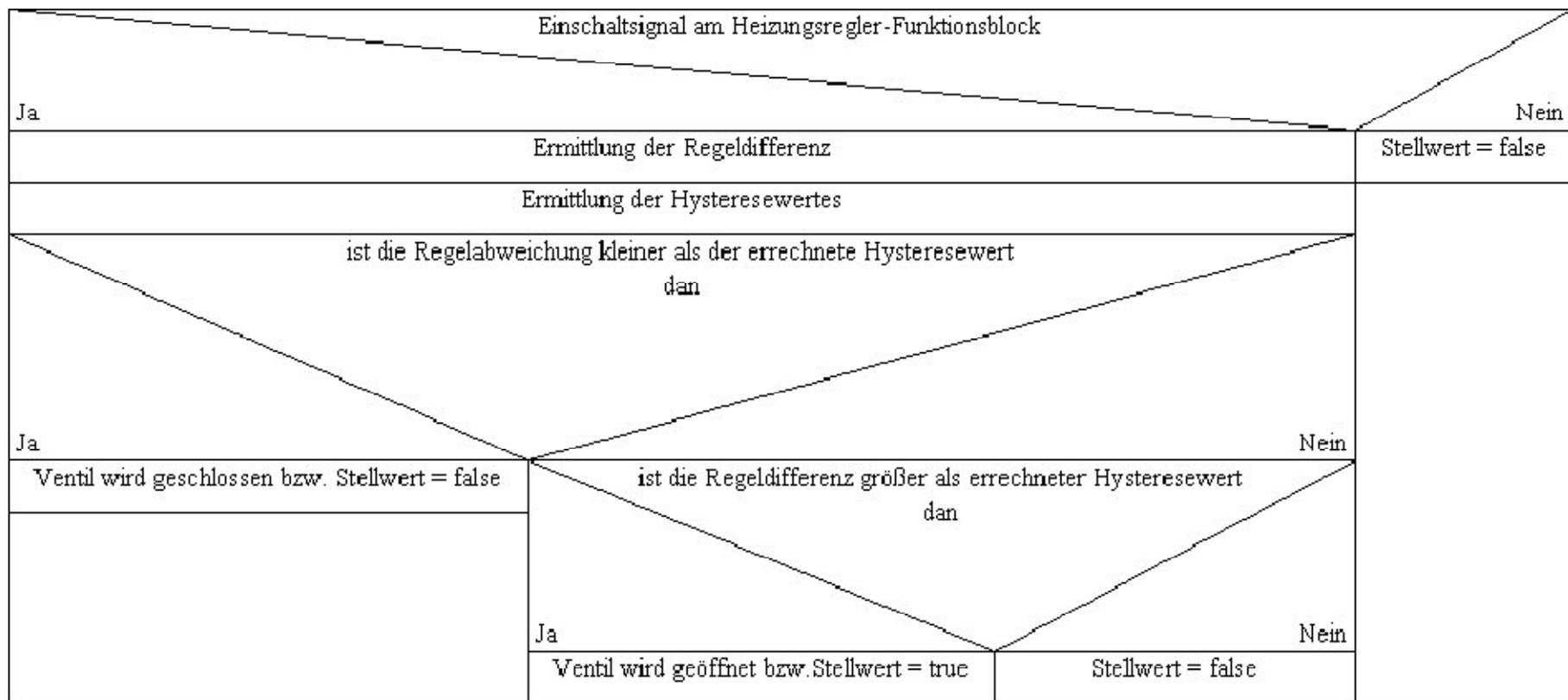


Abbildung 11 Zweipunktregelung des Heizsystems

<p>Dimmwert wird resetet durch Ein- und Ausschalten des Berechnungsblockes für den Dimmwert. Dadurch wird der Block DB_Dimmbaustein. eigneschaltet und ein Betriebsstatus wird auf true gesetzt.</p>	
<p>Szenenspeicher wird gesetzt.</p>	
<p>Aufrufen des Funktionsblockes FB_Dimmbaustein_ST, der den Dimmwert ermittelt, anhand des eingestellten Systemtaktes.</p>	
<p>Obere Dimmgrenze wird gesetzt sobald diese erreicht wird</p>	
<p>Untere Grenze wird gesetzt sobald diese erreicht wird.</p>	
<p>Umwandlung des DB_Dimmbaustein_ST.uiCounter Wertes in eine Zahl vom Datentyp REAL.</p>	
<p>Kontrllblock zur wird aufgerufen um die Simulierte Spannung zu errechnen</p>	
<p>DB_Szenen_Auswahl_block ermittelt anhand der gesetzten Szenen welcher Dimmwert an die analoge Ausgangsklemme übergeben wird</p>	
<p>Der WAGO Funktionsblock FbBACnetNative_AO zum umsetzen der Ausgangsspannung wird aufgerufen. Dem Stellwert wird der Dimmwert DB_Szenen_Auswahl_block.Dimmwert übergeben Die Hysterese ist auf dem Standartwert 1 belassen worden. und der Block wird abgeschaltet sobald DB_Dimmbaustein. Betriebsstatus auf den wert "false" gesetzt wird.</p>	

Abbildung 12 Dimm-Steuerung

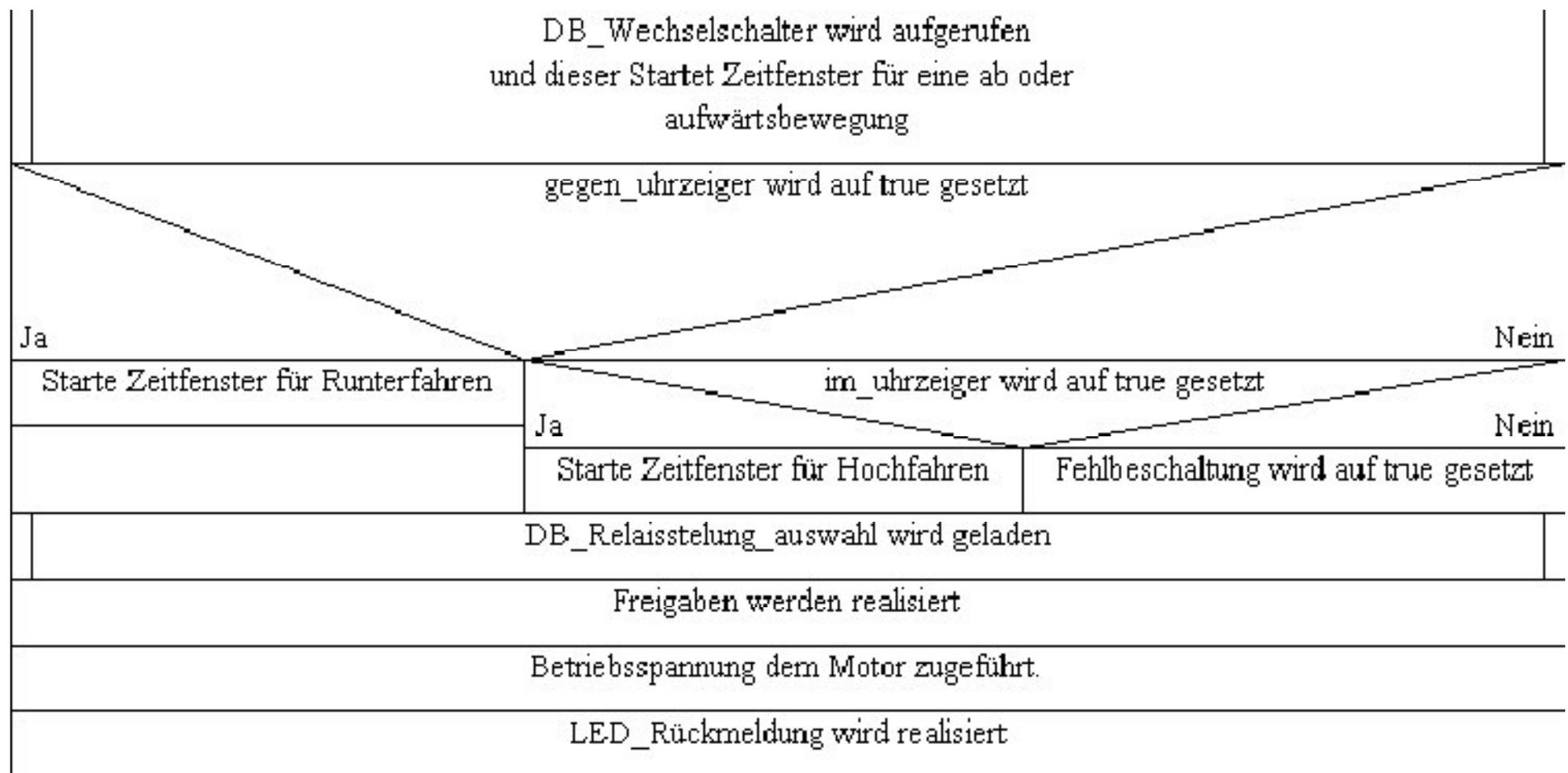


Abbildung 13 Sonnenschutz-Steuerung