

1.1 Umsetzung eines Smart Homes mit LCN

LCN eignet sich aufgrund der in den Modulen integrierten Automationsmöglichkeit in Verbindung mit der auf einem PC installierten Automatisierungs- und Visualisierungssoftware LCN-GVS gut für den Aufbau einer Gebäudeautomation. Im Rahmen eines studentischen Projekts wurde untersucht, inwieweit LCN mit der Software LCN-GVS für Smart Metering-basiertes Energiemanagement zum Einsatz kommen kann. Im Rahmen des Projekts wurde die Realisierung von aktivem und passivem Energiemanagement untersucht, auf psychologisches Energiemanagement wurde verzichtet, da elektronische Haushaltszähler erst zum Stand 10/2012 in LCN integrierbar waren und daher im Projekt nicht berücksichtigt werden konnten. Aufgrund der aktuellen Versionen der Programmiersoftware LCN-Pro und neuer Peripherie sind derartige Funktionen leicht integrierbar. Die Implementierung elektronischer Haushaltszähler kann zudem durch Integration von LCN in IP-Symcon oder die Anzeige der Zählerdaten kann durch Aufruf einer externen WEB-Seite erfolgen.

Das LCN-Demonstrationsmodell verfügt über eine Gebäudeautomation mit Komfort-, Sicherheits- und Energiesparfunktionen. Die Beleuchtung wird zum Teil geschaltet und gedimmt, eine Konstantlichtregelung ist implementiert. Zur Einzelraumtemperaturregelung wird in jedem Raum die Temperatur gemessen. Der „Haus-ist-verlassen“-Zustand wird über eine kartenbasierte Transponderlösung erfasst. Über verschiedene Zutrittskarten wird die Anwesenheit registriert und bei völliger Abwesenheit das Haus soweit notwendig energielos geschaltet. Das Gebäude wird über die Visualisierungssoftware LCN-GVS der Firma Issendorff visualisiert und gesteuert. Zur Unterstützung des Energiemanagements wird der Bewohner über mangelhaftes Energieverhalten informiert und zu Aktionen aufgefordert.

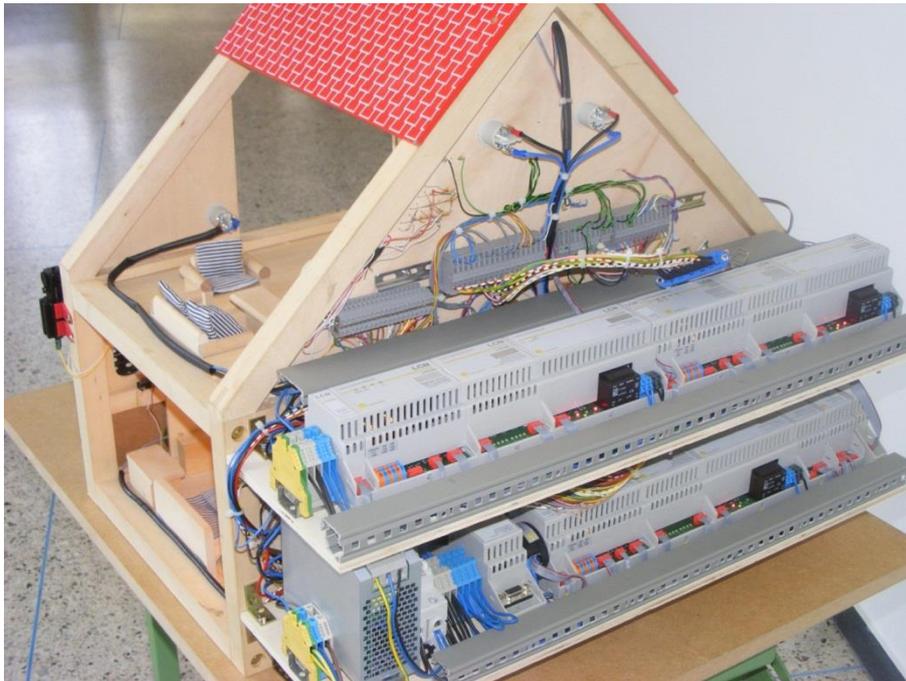


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..1 LCN-Hardware am LCN-Demonstrationsmodell

Das LCN-Demonstrationsmodell besteht aus mehreren LCN-Modulen mit Peripherie, die auf der Rückseite eines Gebäudemodells auf Hutschienen installiert wurde.

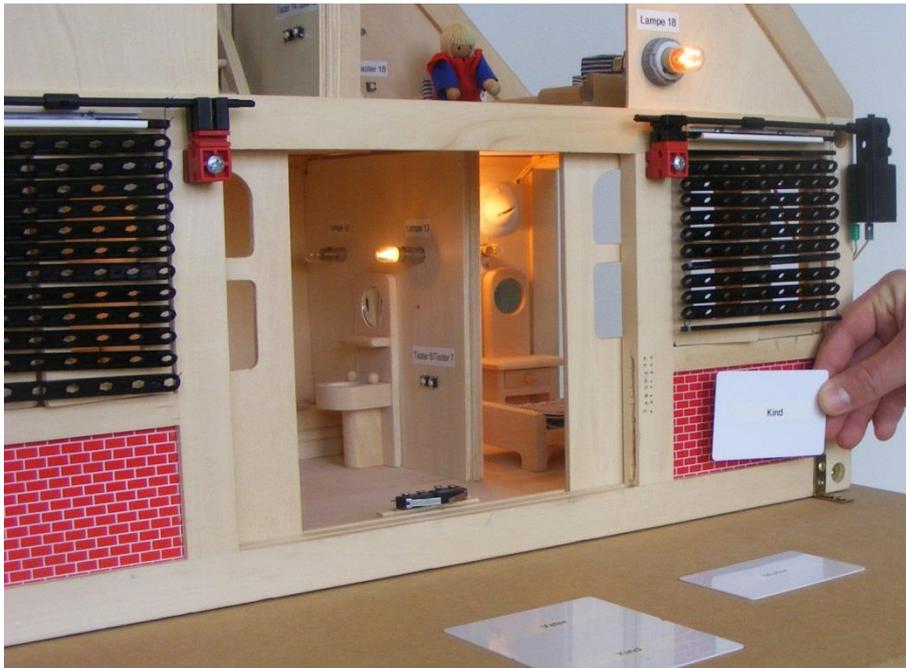


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..2 Transpondersystem am Eingang

Über ein Transpondersystem am Eingang können sich die Bewohner mit scheckkartengroßen Transponder-Karten an- oder abmelden, eine Kontroll-Leuchte meldet die An- oder Abmeldung.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..3 Vorderansicht des Gebäudemodells

Das Gebäudemodell besteht aus 2 Etagen mit insgesamt 5 Räumen, in denen zahlreiche Taster, Lampen, Gerätedemonstratoren, Sensoren und Heizungsimulatoren, sowie 2 Jalousien verbaut wurden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..4 Demonstration des LCN-Demonstrationsmodells auf der Baumesse NRW 2010

Die gesamte Automation wird über die LCN-Module in Verbindung mit der Visualisierung LCN-GVS realisiert.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..5 LCN-Modul mit angeschlossener Peripherie

1.1.1 Programmierung des LCN-Systems

Zur Programmierung des LCN-Systems dient die Software LCN-Pro Version 3.64. Diese ist ein Windows-Konfigurationstool, mit dem die LCN-Module des Bussystems konfiguriert werden. LCN-Pro ist der Nachfolger der MS-DOS basierenden LCN-P Software und unterstützt, anders als LCN-P, die Offline-Programmierung. Mit dieser ist es außerdem möglich, die Module zum Aufbau eines Netzwerks in

einzelne Segmente zu unterteilen.

Zur ersten Inbetriebnahme bietet es sich an, die verwendeten Module aus den verfügbaren Vorlagen auszuwählen und per Drag and Drop in das angelegte Projekt einzufügen. Für jedes eingefügte Modul öffnet sich automatisch das Fenster „Modul Id zuweisen“. In diesem Fenster muss dem Modul eine eindeutige Id zugewiesen werden. Darüber hinaus kann das Modul mit Namen und Kommentar beschrieben werden. Die Zuweisung der vergebenen Id zu den modulspezifischen Seriennummern erfolgt im Rahmen der Inbetriebnahme.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..6 Zuweisung einer LCN Modul Id

Nach Öffnen des Moduls besteht die Möglichkeit die grundlegenden Einstellungen vorzunehmen.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..7 Konfigurations-Menü für ein Modul

Die beiden wichtigsten Einstellungen unter „Eigenschaften“ sind die Zuweisung einer Gruppenzugehörigkeit und die Belegung des Moduls mit einem Passwort.

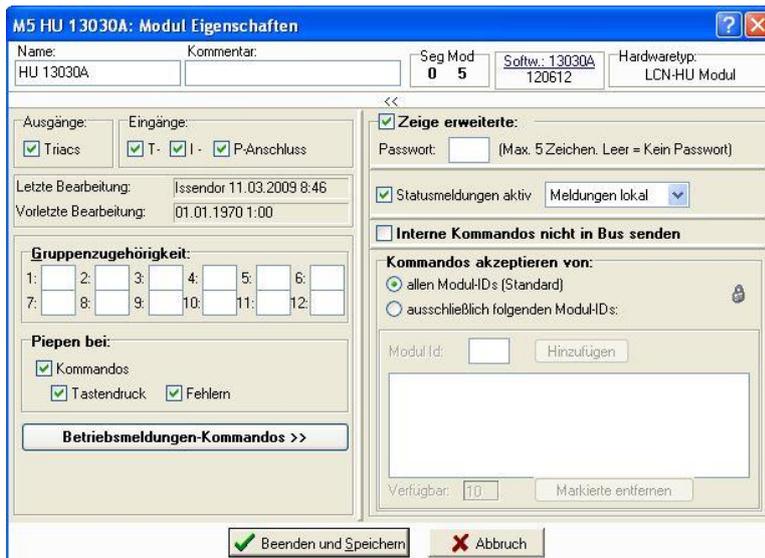


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..8 LCN Modul-Eigenschaften

Unter „Ausgänge“ lässt sich festlegen, ob die Ausgänge eines Moduls deaktiviert sind oder als Standardausgang zum Schalten und Dimmen oder als Motorschalter verwendet werden sollen. Die Kennlinie eines Dimmerausgangs kann anwendungsorientiert parametrisiert werden.

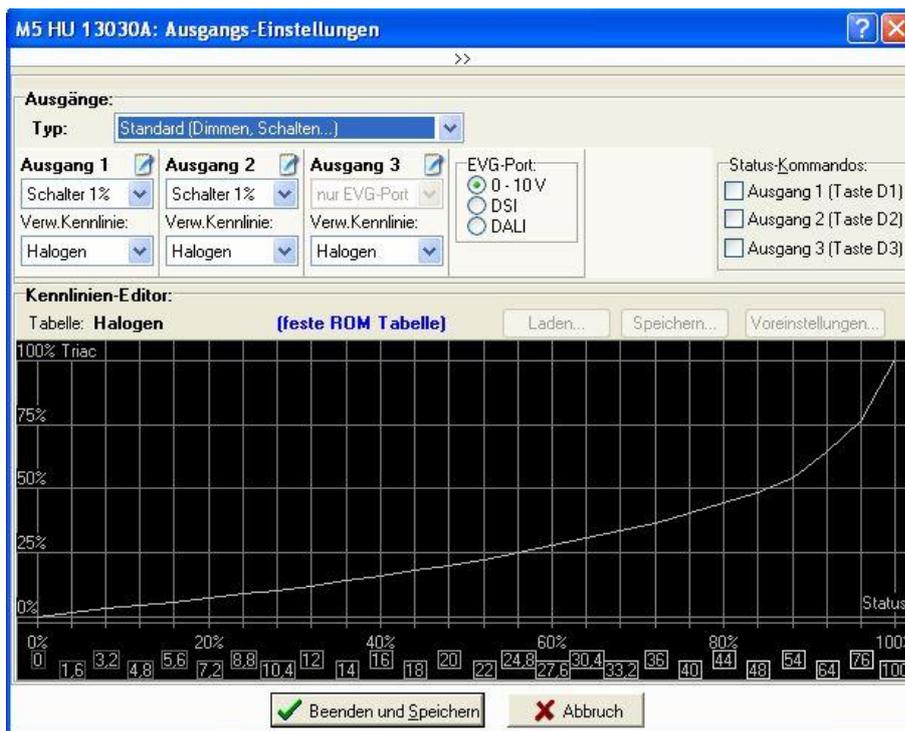


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..9 Definition der Modul-Ausgänge

Unter „Anschlüsse“ lassen sich die Belegungen der Peripherie an den T, I, und P-Ports parametrieren. Damit wird festgelegt, welche Aktorik und Sensorik an den Ports angeschlossen ist. Für den T-Anschluss lassen sich neben verschiedenen Tastern auch Lichtsensoren, sowie Analog-/Digital-Wandler anschließen. Die am I-Port angeschlossene Peripherie wird durch das Modul eigenständig erkannt, für den P-Port lässt sich festlegen, ob Relais zur Ansteuerung von Lampen, Geräten oder Jalousien angeschlossen wurden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..10 Modul-Anschlüsse

Unter Schwellwerte sind eigentlich die Einstellungen der Zweipunktregler zu verstehen. Sie eignen sich für einfache regelungstechnische Aufgaben, z.B. zur Heizungsventil- oder Rollladensteuerung. Als Wert wird der Schwellwert und zusätzlich eine Hysterese eingegeben. Die Hysterese ist wichtig, damit eine Temperaturregelung einen "Totbereich/Toleranz" hat, um ein ständiges Ein- und Ausschalten des Relais oder Ausgangs bei geringen Temperaturschwankungen zu vermeiden.

Wird beispielsweise für eine Einzelraumregelung als Schwellwert 21°C eingetragen und die Hysterese mit 2K angegeben, so interpretiert der Schwellwert über den Wert in der T-Variablen die Temperatur und führt dementsprechend die Taste B1 Lang aus, wenn der Schwellwert (hier 21°C) erreicht oder überschritten wird. Die Taste B1 Los wird ausgeführt, wenn der Schwellwert abzüglich der Hysterese (hier 19°C) erreicht oder unterschritten wird.

Sollte die Taste für den Schwellwert, während dieser durchschritten wird, aus beliebigem Grund gesperrt sein, so wird keine Aktion ausgelöst. Es gibt jedoch die Möglichkeit, mit dem Kommando „Wiederhole Schwellwert“ den Schwellwert nachträglich auszuwerten. Nur so kann gewährleistet werden, dass z.B. die Temperaturregelung oder Lichtregelung wieder einsetzt.

Um die Heizungsregelung durch den Benutzer beeinflussen zu können, gibt es die Möglichkeit mit verschiedenen Kommandos auf die eingestellten Schwellwerte Einfluss zu nehmen. So kann auf den Schwellwert ein eingestellter Wert aufaddiert werden, um ihn zu erhöhen, oder umgekehrt einen Wert abzuziehen, um den Schwellwert zu verringern. Beziehen kann man sich in der Programmierung dabei einmal auf den aktuellen Schwellwert und zum anderen auf den programmierten Schwellwert. Damit sind Sollwertänderungen aufgrund von Vorgaben durch Smart Metering-basiertes Energiemanagement einfach realisierbar.



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

Schwellwertanwendung zur Zweipunkt-Regelung

Bei den Reglern findet eine stetige Auswertung des Variableninhalts statt. Darin besteht der entscheidende Unterschied zu den Schwellwerten. Dies ermöglicht den Regler proportional zu der Regelabweichung zu verstellen. Eingegeben werden muss neben dem Sollwert auch der Proportionalbereich. Der Sollwert ist eine Art Zielwert, bei dem der Ausgangswert des Reglers = 0 ist. Oberhalb, bzw. unterhalb des Sollwertes ist der Regler aktiv (abhängig davon, ob die Funktion Kühlen oder Heizen eingestellt wurde). Der Sollwert kann beispielsweise auf die gewünschte Temperatur gesetzt werden.

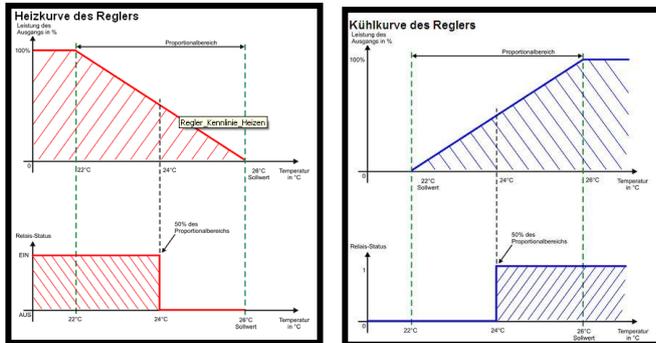


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..12 Heiz- und Kühlkurve des Reglers [LCN]

Der Regler ist optimal geeignet, um einen Stellantrieb z.B. für eine Heizungssteuerung, anzusteuern. Weniger geeignet ist er, wenn er zur Steuerung einer Heizung ein Relais ansteuert. Das Relais kann nur die beiden Zustände EIN oder AUS annehmen. Dieses Umschalten geschieht, wenn 50 % des Proportionalbereichs über- oder unterschritten sind. Bei kleinen Temperaturschwankungen um diesen Schaltbereich herum würde es zu einem ständigen Ein- und Ausschalten des Relaisausgangs kommen.

Mit Hilfe von Rechenoperationen ist es möglich eine Summe oder eine Differenz von zwei Reglern zu bilden. Die Voraussetzung dafür ist jedoch die Verwendung von zwei Modulen, die jeweils eine Reglervariable bereitstellen. Jedes Modul hat zwei Regler integriert, somit kann die Heizungs- und Kühlsteuerung von einem Modul übernommen werden.

Zur Visualisierung von Zuständen der Ausgänge, Relais und Binärsensoren können LEDs genutzt werden. In jedem Modul sind 12 LEDs integriert. Sie können beliebig in 4 Zuständen angezeigt werden: Ein, Aus, Blinken und Flackern. Die LEDs oder in früheren LCN-Pro-Versionen Lämpchen genannten Rückmeldemöglichkeiten können reale Anzeigeelemente z.B. an Tastmodulen sein oder virtuelle Rückmeldungen, die wie Merker genutzt werden können. Bei Berücksichtigung von Aus, Blinken und Flackern können die Merker drei verschiedene Zustände einnehmen.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..13 Definition von Rückmeldungen an LCN-Modulen über LEDs

Die LCN-Module sind eigenständig in der Lage Logik-Funktionen zu verarbeiten. Dabei können von jedem Modul bis zu 4 unabhängige Auswertungen vorgenommen werden. In jeder Auswertung können alle 12 LEDs, d.h. Rück- oder Zustandsmeldungen eines Moduls, zu einer Summe verknüpft und ausgewertet werden. Bei Veränderungen der Summe werden aktiv Befehle durch das Modul ausgeführt. Bei der Summenbildung werden 3 Zustände unterschieden. Ist die Summe erfüllt (Und-Funktion), so wird ein Befehl zu den Tasten C1-C4 auf den Kurz-Befehl gesendet. Wenn die Summe nur teilweise erfüllt ist (Oder-Funktion), geht der Befehl an die Tasten C1-C4 auf den Lang-Befehl. Der dritte Zustand, d.h. wenn die Summe nicht erfüllt ist (Nicht-Funktion), geht der Befehl an die Tasten C1-C4 auf den Los-Befehl. Als Programmierbeispiel kann hier exemplarisch die Überwachung von Fensterkontakten genannt werden. Hierbei muss die Summe der LEDs erfüllt sein (Und-Funktion). Ist dies nicht der Fall, so wird z.B. bei verlassenem Haus ein Alarm ausgelöst.

Mit dem periodischen Zeitgeber ist es möglich eine Taste zyklisch aufrufen zu lassen. Dies ist z.B. nach einem Stromausfall hilfreich, da das Modul nach eingestellter Zeit wieder beginnt die programmierte Funktion auszuführen. Jedem Modul steht nur ein Zeitgeber zur Verfügung. Er kann jeder Taste der Tastentabellen A-D zugeordnet werden. Ausgeführt wird dabei nur der Kurz-Befehl.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..14 Periodischer Zeitgeber

Mit Hilfe eines Infrarot-Empfängers oder Transpondermoduls kann jedes Modul für die Zugangskontrolle genutzt werden. Insgesamt können pro Modul bis zu 16 verschiedene sechsstellige Codes hinterlegt werden. Jeder Code wirkt auf eine frei wählbare Taste. Wird ein Zugangscode betätigt, so kann der im Gerät eingetragene Code im Busmonitor mitgelesen werden und dann anschließend einer Taste zugeordnet werden. Durch die Verwendung der Visualisierungssoftware LCN-W und dem Zusatzmodul LCN-WA ist es möglich mehr als 16 Codes zu nutzen.

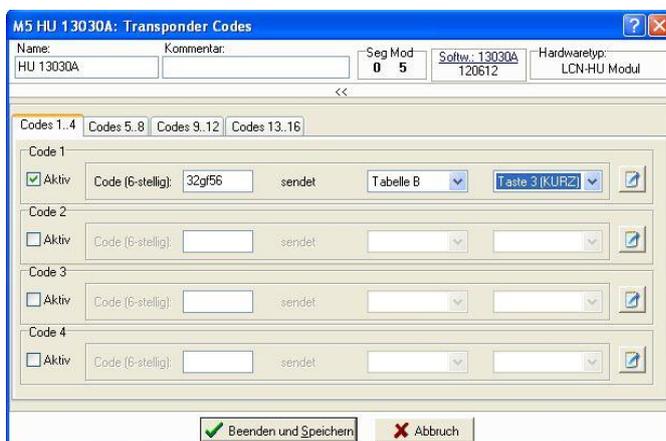


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..15 Definition von

Transponder-Codes

Es sind bis zu 100 Lichtszenen für jeden Ausgang und 100 Lichtszenen für Relais speicherbar. Die 100 Lichtszenen sind in 10 Registern zu je 10 Lichtszenen unterteilt. Dabei gibt es zwei Möglichkeiten der Art des Speicherns. Eine der Möglichkeiten besteht darin, die Lichtszenen fest zu speichern, so dass der Kunde nicht mehr in der Lage ist, eigenständig Veränderungen vorzunehmen. Die andere Möglichkeit besteht darin, die Lichtszenen variabel zu speichern. Auf diese Weise ist es dem Kunden überlassen worden selbstständig Lichtszenen zu speichern und zu verändern.

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..16 Definition von Lichtszenen

Die eigentliche Programmierung erfolgt bei LCN wie bereits angedeutet über die Betätigung von Tasten über die Befehlsart „Kurz“, „Lang“ oder „Loslassen“, wobei Tasten real oder virtuell vorliegen können. Diese Programmiervariante erscheint im Vergleich zu anderen Gebäudeautomationssystemen ungewöhnlich, insbesondere bereitet die Definition virtueller Tasten Probleme. Bei genauerer Betrachtung der Vorgehensweise entspricht die Interpretation von Tastenansteuerungen dem realen Bedienprozeß in der Elektroinstallation. Eine Taste kann bei fast allen andern Automationssystemen kurz oder lang betätigt werden. Insbesondere bei der Ansteuerung von Dimmern wird die Beendigung des Abfahrens einer Dimmrampe durch den Loslassen-Befehl gesteuert. Bei realen Tasten ist die Vorgehensweise der Programmierung damit geklärt. Zur Erläuterung von virtuellen Tasten kann man mit Boten vergleichen, die von einer Taste oder einem anderen Befehl auch verzögert auf den Weg geschickt werden, um eine andere Taste, die auch als virtuell verstanden werden kann, zu betätigen. Tasten sind in Tastentabellen organisiert, um Funktionen auszulösen. Es gibt insgesamt vier Tastentabellen: A, B, C, und D. Sämtliche angeschlossene Peripherie und auch alle Funktionen wie z.B. Schwellwerte, Summen oder Status-Kommandos wirken auf diese Tabellen. Der Darstellung der Tastentabelle können die genauen Zuweisungen entnommen werden.

EREIGNISDEFINIERTER TASTENZUWEISUNGEN					
Tasten-Tabelle	Ereignis	Tastenbelegung	„Kurz“-Kommando	„Lang“-Kommando	„Los“-Kommando
A	Hardware-Taster (z.B. ICM-TEU, ICM-TE8, etc.)	A1 bis A8	kurzes Tippen	drücken	loslassen
	Fernbedienung (z.B. ICM-NRT)	A1 bis A8	kurzes Tippen	drücken	loslassen
	Transponder (ICN-UT)	A1 bis A8	gültiger Code erkannt	n/a	n/a
B	Bewegungsmelder (ICN-BMI)	B4/B5/B6/B7	n/a	Bewegung	Ruhe
	Binäreingänge 1-8 (z.B. ICM-BBH)	B1 bis B8	n/a	logisch 1	logisch 0
	Schwellwerte 1-5	B1 bis B5	n/a	Schwellwert überschritten	Schwellwert unterschritten
C	Fernbedienung	B1 bis B8	kurzes Tippen	drücken	loslassen
	Transponder	B1 bis B8	gültiger Code erkannt	n/a	n/a
	Summenverarbeitung 1-4	C1 bis C4	Summe erfüllt	Summe teilweise erfüllt	Summe nicht erfüllt
D	Statuskommando Ausgänge 1&2	C7 bis C8	Helligkeit 100%	Helligkeit 1-99%	Helligkeit 0%
	Statuskommando Relais 1-8	C1 bis C8	n/a	Relais EIN	Relais AUS
	Fernbedienung	C1 bis C8	kurzes Tippen	drücken	loslassen
D	Transponder	C1 bis C8	gültiger Code erkannt	n/a	n/a
	Stromausfall	D8	kurzer Stromausfall	langer Stromausfall	n/a
	Transponder	D1 bis D8	gültiger Code erkannt	n/a	n/a

Hinweis: Die Kommando-Auswertung erfolgt jeweils nur bei einer Zustands-Änderung. Der Zustand von anzuwendenden Ereignissen (z.B. Binäreingänge) kann bei Bedarf mit Statusmeldungen situativ abgefragt oder dessen Funktion mittels Statuskommandos erzwungen werden (siehe auch Seite 97: ICM-Kommandos).

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..17 Tastentabelle [LCN]

Die Programmierung erfolgt über die Definition von Befehlen aufgrund eines Tastendrucks. Wenn auf eine Taste der Tabellen A-D geklickt wird, so öffnet sich ein Untermenü. In diesem Untermenü kann man zwischen Tastenbelegung 1 und 2 wählen.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..18 Tastenauswertung und Modulzuweisung

Dies bedeutet, dass pro Taste zwei verschiedene Befehle ausgeführt werden können. Wird eine Tastenbelegung angewählt, so muss als erstes das Ziel für die Funktion der Tastenbelegung festgelegt werden. Als Ziel kann eine Modul ID oder eine Gruppen ID angegeben werden. Wird das jetzt festgelegte Ziel aktiviert, so öffnet sich erneut ein Untermenü, in dem man den drei Befehlen Kurz, Lang und Los die verschiedenen Kommandos zuweisen kann. Auf eine detaillierte Erklärung der einzelnen Kommandos kann aufgrund des großen Umfangs an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. In der folgenden Abbildung ist jedes verfügbare Kommando abgebildet.

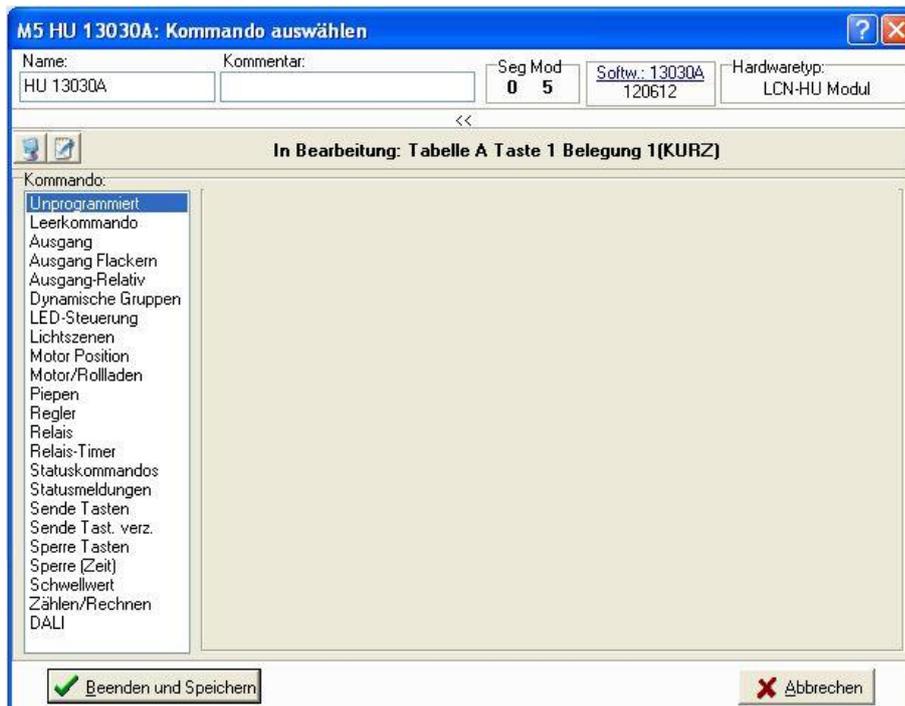


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..19 Befehlsvielfalt nach Auslösung durch eine Tastenauswertung

Das Statusfenster stellt ein sehr hilfreiches Werkzeug zur Überprüfung der Funktion der Module dar. Es ermöglicht eine genaue Überwachung der Ausgänge, gesperrter Tasten, Reglervariablen, Schwellwerten, Relaiskontakten, Binäreingängen, LEDs und der Motorpositionierung.

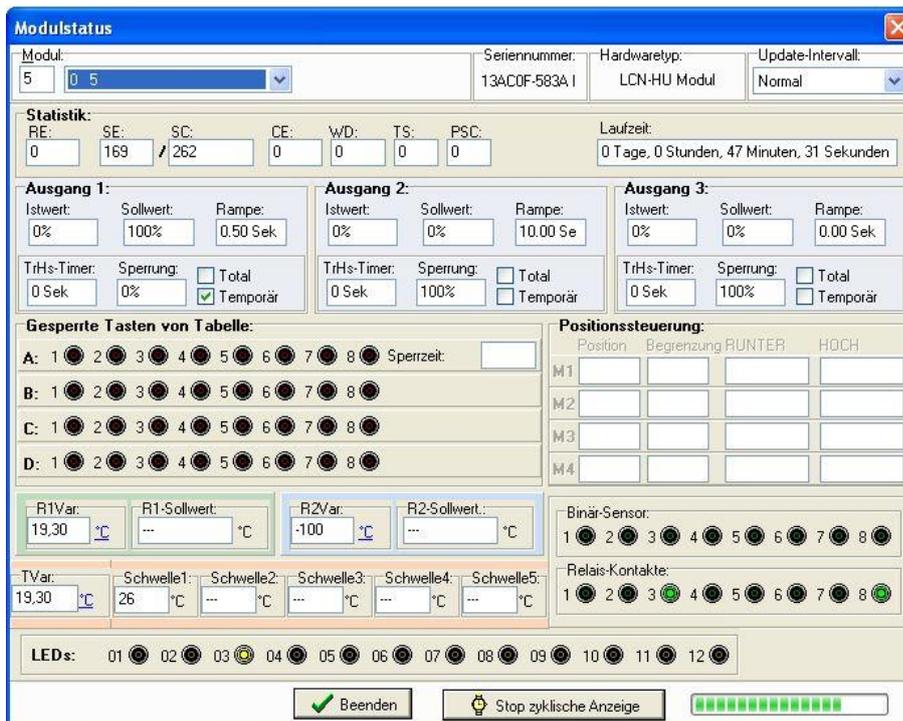


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..20 Statusfenster während der Ausführung eines LCN-Systems

Im Busmonitor lässt sich jedes Bustelegramm in Klarschrift mitlesen. Man kann leicht feststellen ob die korrekten Kommandos ausgeführt werden. Auch dies ist ein hilfreiches Werkzeug und insbesondere bei der Fehlersuche nützlich.

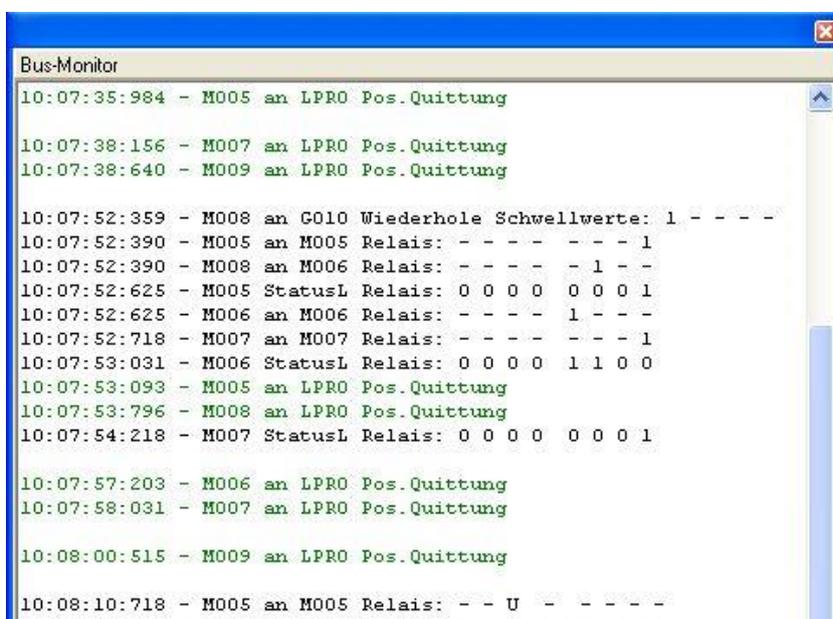


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..21 Busmonitor

1.1.2 Globales Visualisierungssystem (LCN-GVS)

Die Software LCN-GVS ist eine Web-basierte Visualisierungssoftware für den LCN. LCN-GVS stellt folgende Funktionen zur Verfügung:

- Übergreifende Steuerung mehrerer physikalisch getrennter LCN-Busse

- Ortsunabhängige Visualisierung per Web-Browser von PCs oder mobilen Endgeräten wie Handys, PDAs, Smartphones aus
- Orts unabhängige Administration und Konfiguration per Web-Browser ausgehend vom PC
- Mehrbenutzer-Fähigkeit mit Rechte- und Rollen-Verwaltung
- Zugangskontrolle für LCN
- Ereignisüberwachung und Störmeldeverarbeitung für LCN
- Zeitschaltuhr für zeitgesteuerte LCN-Steuerung
- Benachrichtigungen per E-Mail und SMS
- Ausführung von Makros (Stapelverarbeitung)
- Makroausführung per SMS
- Makroausführung per LCN-Tastendruck
- Kopplung zu OPC-Netzen
- Kopplung zu MODBUS-Netzen

LCN-GVS ist ein Server/Client-System. Der Server installiert sich als Windows-Dienst und tritt bei jedem weiteren Systemstart in Aktion, ist jedoch nicht nach außen sichtbar. Das LCN-Webinterface ist die nach außen sichtbare Komponente des LCN-GVS. Es dient zur Verwaltung des LCN-Servers und zur Visualisierung und Steuerung von LCN per Web-Browser.

Das LCN-GVS läßt sich funktional wie folgt darstellen:

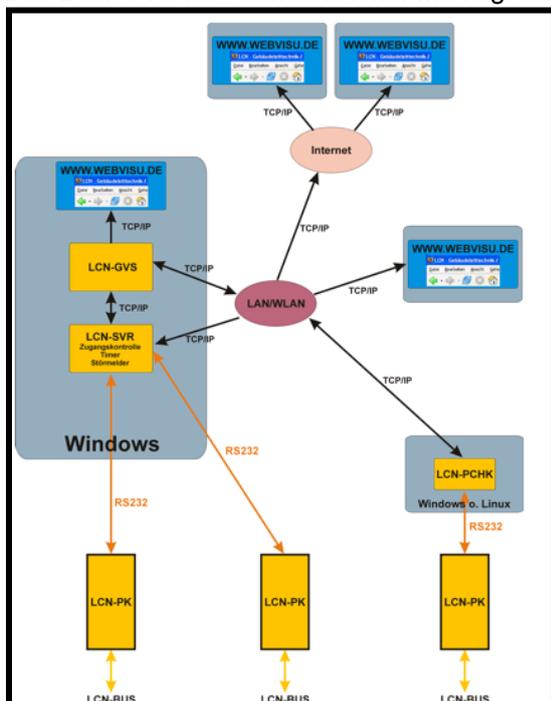


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..22 Topologie der LCN-GVS [LCN]

Die Visualisierung ist in der LCN-GVS in einer zwei-Stufen-Struktur aufgebaut. Es wird zwischen Projekten und Tableaus unterschieden. In dem vorliegenden Fall stellt das Demonstrationsmodell das Projekt dar und die Tableaus entsprechen z.B. den einzelnen Räumen und der Anwesenheitskontrolle. In den Tableaus lassen sich die einzelnen Steuerungen einrichten. Der Abbildung kann die Auswahlliste an Steuerungen und damit Steuerungsmöglichkeiten betrachtet werden, die in ein Tableau eingefügt werden können.

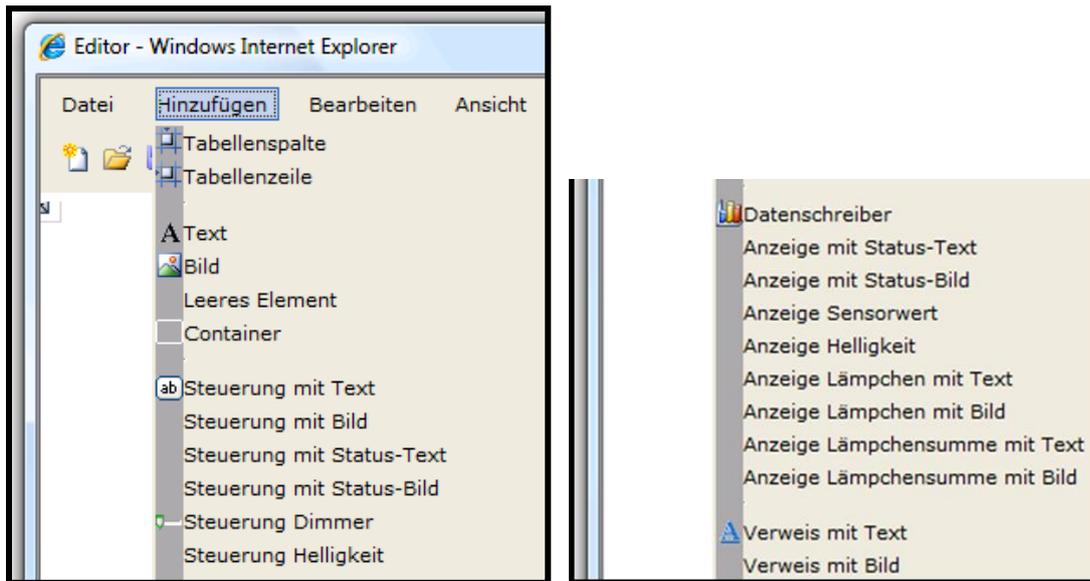


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..23 Steuerungselemente in der LCN-GVS

Wie bei der Beschreibung der LCN-PRO ist es auch hier vom Umfang her nicht möglich alle Steuerungsmöglichkeiten zu beschreiben. Viele der aufgeführten Möglichkeiten sind selbsterklärend. Ein Beispiel zur Einrichtung einer Steuerung soll jedoch an dieser Stelle beschrieben werden. In diesem Beispiel wird die Einrichtung einer Schaltfläche zur Steuerung eines LCN-Modul-Ausgangs erläutert:

Ein Klick auf die Schaltfläche schaltet den Modul-Ausgang UM. Der Text der Schaltfläche soll sich abhängig vom aktuellen Zustand des Modul-Ausgangs (EIN oder AUS) ändern.

Dazu wird wie oben abgebildet im Editor auf „Hinzufügen“ geklickt und danach „Steuerung mit Status-Text“ ausgewählt. Es öffnet sich ein neues Fenster, in dem man den Typ als Ausgang anwählt. Anschließend kann die zugehörige Modul-ID und der zu verwendende Ausgang ausgewählt werden. Nach dem Bestätigen muss der dynamische Text festgelegt werden.

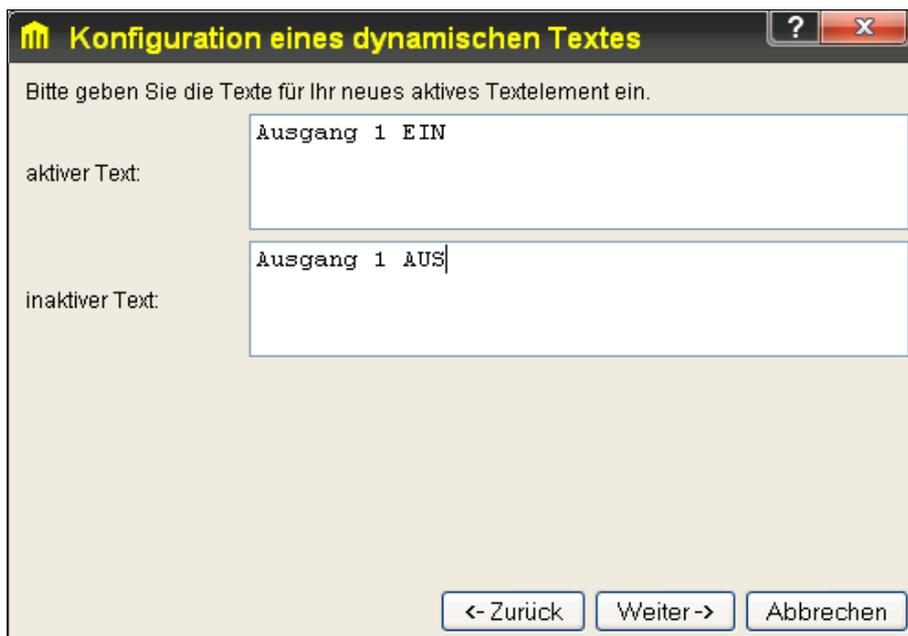


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..24 Konfiguration eines dynamischen Textes in LCN-GVS

Anschließend wird der Button „Weiter“ angewählt und die Steuerung erscheint im Tableau. Über die LCN-GVS kann der aktuelle Status von Ausgang 1 abgefragt werden oder aber auch aktiv der Status aus der Visualisierung heraus verändert werden.

1.1.3 Aufbau des Demonstrationsmodells

Im Demonstrationsmodell sind neben mehreren 24 V Lampen und schaltbaren Steckdosen auch andere Verbraucher, wie z.B. ein Herd oder die Abzugshaube simulatorisch installiert. Alle Verbraucher können im Haus über einen Taster ein- oder ausgeschaltet werden. Die genaue Zuordnung realer Sensoren und Aktoren erfolgt durch direkte Beschreibung in den Modulen oder durch Ausdruck des Projekts.

Die Taster für die 24 V Lampen im Haus sind am Binärsensor LCN-B8L angeschlossen und die Verbraucher jeweils an den Relaisausgängen LCN-R8H. Da die Binärsensoren im LCN auf die Tastentabelle B mit langem Tastendruck wirken, muss also auf der entsprechenden Taste das Kommando zum Umschalten des Relaisausgangs gelegt werden.

Jeder der fünf Räume des Hauses wurde in der Visualisierung LCN-GVS gleich aufgebaut. Auf der linken Seite befinden sich die Verweise zu den anderen Räumen, zur LCN-GVS Startseite, zur Google Startseite und auch zur Homepage eines Energieversorgers. Oben rechts ist für jeden Raum die Heizungssteuerung visualisiert und unten rechts sind die einzelnen elektrischen Verbraucher des jeweiligen Zimmers aufgeführt, sowie die Jalousiesteuerung.

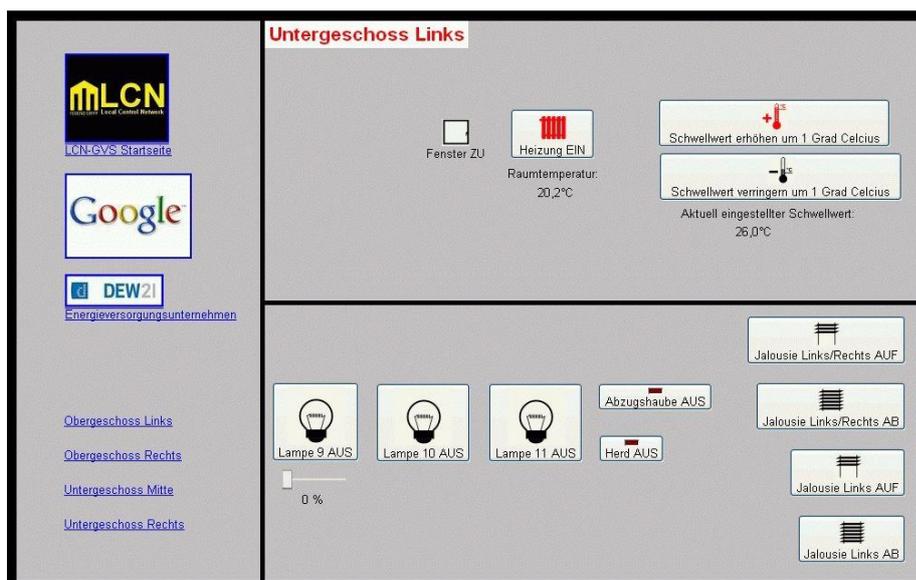


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..25 Visualisierung eines Raumes

1.1.4 Smart Metering-Einbindung

Eine direkte Eingriffsmöglichkeit auf Smart Meter ist bei LCN erst seit 10/2012 möglich und wurde im beschriebenen Projekt nicht berücksichtigt. Über die LCN-GVS-Oberfläche kann auf die WEB-Seite eines Energieversorgers zugegriffen werden, über die der Energiekunde auf die Serviceleistungen des Energieversorgers bezüglich Smart Metering zugreifen kann. Aus der Interpretation der Ganglinien können Hinweise für die Änderung des Nutzerverhaltens abgeleitet werden. Ein Download der Smart Metering-Daten von Energieversorger zum LCN-System zur weiteren Auswertung ist nicht möglich.

1.1.5 Aktives Energiemanagement

Im Rahmen der aktiven Form des Smart Meterings werden über verschiedenste Sensoren Daten erfasst und bei einem Fehlverhalten des Nutzers bezogen auf seinen Energieverbrauch eine Mitteilung hierzu präsentiert und dadurch zu einer Änderung seines eigenen Verhaltens aufgefordert. Beispiele dafür können sein, dass der Nutzer darauf hingewiesen wird, dass er das Fenster zum Lüften des Raumes geöffnet hat, ohne daß er zuvor die Heizung ausgestellt hat. Ebenso wäre ein Warnhinweis denkbar, wenn trotz Verlassens des Hauses einige Verbraucher eingeschaltet oder im Stand-By-Betrieb geblieben sind. Eine Energieeinsparung aufgrund der Beachtung dieser Hinweise des Systems ist möglich. Jedoch ist es nicht sinnvoll sich für ein Bussystem zu entscheiden, um damit ausschließlich ein aktives Energiemanagement zu realisieren. Denn letztlich ist der Endverbraucher gefordert sämtliche Einstellungen im Haus selbst durchzuführen, um einen optimierten Energieverbrauch zu erreichen.

1.1.5.1 Funktion „Haus ist verlassen“

Theoretischer Ansatz

Jedem Familienmitglied wird eine Transponderkarte zugeordnet. Über das Transpondersystem wird die Anwesenheit jedes einzelnen Familienmitglieds erfasst. Wenn das System erfasst, dass sich niemand mehr im Haus befindet, so wird überprüft, ob alle Verbraucher im Haus ausgeschaltet sind oder nicht. Für den Fall, dass ein oder mehrere unnötige Verbraucher im Haus noch eingeschaltet sind, wird in der Visualisierung eine Warnung mit dem Hinweis „Das Haus ist verlassen und es sind noch ein oder mehrere Verbraucher eingeschaltet. ACHTUNG! Hier wird Energie verschwendet.“ angezeigt. Zusätzlich ist dargestellt, welche Verbraucher im Haus eingeschaltet sind und wo sie sich befinden.

Hardware:

Das Transpondersystem LCN-UT wird über den I-Port mit dem zugehörigen LCN-Modul verbunden. Es muss über eine vom 230 V Netz getrennte Spannungsversorgung mit einer Spannung von 10 – 18 V versorgt werden. Je nach angeschlossener Antenne müssen verschiedene Einstellungen der DIP-Schalter vorgenommen werden. Im Demonstrationsmodell ist die kleinste Antenne angeschlossen. Das bedeutet, dass die ersten beiden von insgesamt sechs DIP-Schaltern auf EIN stehen müssen, alle anderen auf AUS.

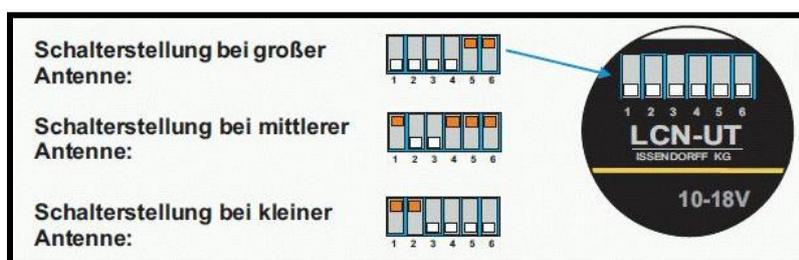


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..26 DIP-Schalterstellungen für die verschiedenen Antennen

Programmierung:

Wird durch die am Transpondersystem angeschlossene Antenne eine der vier Transponderkarten erfasst, so wird je nach Karte die virtuelle Taste A5 – A8 vom Modul 6 mit einem kurzen Tastendruck betätigt. Da in diesem Modul jedoch schon alle vier Logiksummen belegt sind, werden die Tasten mit dem Kommando „Sende Taste“ belegt. Somit wird das Erkennen der Transponderkarten vom Modul 6 und den Tasten A5 – A8 weitergeleitet an Modul 9 auf die Tasten A3 – A6.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..27 Kommando „Sende Tasten“

Auf diese Tasten sind die Kommandos „Relais Umschalten“ und „Ausgang 2 einschalten für 2 Sek.“ gelegt, d.h., dass bei Erkennung einer Transponderkarte der jeweilige Relaisausgang umgeschaltet und gleichzeitig der Ausgang 2 des Moduls 7 für zwei Sekunden eingeschaltet wird. Das Umschalten der Relaisausgänge wird genutzt, um die LEDs des Moduls ein- und auszuschalten. Diese LEDs werden später für die Summenbildung verwendet. Der Ausgang 2 des Moduls 7 (Lampe 18), der für zwei Sekunden eingeschaltet wird, dient der Visualisierung, ob eine Karte erkannt wurde oder nicht. Bei Erkennung wird die Lampe kurzzeitig eingeschaltet, somit hat der Bediener die Gewissheit, dass seine Karte vom System erkannt wurde.

Die umzuschaltenden Relaisausgänge werden bei Erkennung einer Karte genutzt, um die LEDs 3-6 vom Modul 9 ein- und auszuschalten. Die Summe 2 vom Modul 9 wertet die LEDs 3-6 von Modul 9 aus und überwacht sie auf den Status „AUS“. Wenn also alle LEDs ausgeschaltet sind, so bedeutet dies, dass sich niemand mehr im Haus befindet und somit die Summe 2 erfüllt ist. Bei Anwesenheit einer oder mehrerer Personen im Haus ist die Summe teilweise erfüllt; wenn alle Familienmitglieder zu Hause sind, so ist die Summe nicht erfüllt. Ist die Summe erfüllt, so wird die LED 5 in Modul 5 eingeschaltet. Ist sie nicht oder nur teilweise erfüllt, so wird die LED 5 in Modul 5 ausgeschaltet. Diese Summe wird später in Modul 5 weiterverarbeitet.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..28 Summe 2 von Modul 9

In Modul 7 ist eine Logiksumme eingerichtet, die alle Verbraucher im Untergeschoss auf den Status EIN überwacht. Wenn ein oder mehrere Verbraucher eingeschaltet sind, wird die LED 4 von Modul 5 eingeschaltet. Nur wenn alle Verbraucher ausgeschaltet sind, ist die LED auch aus.

Auch die Verbraucher im Obergeschoss werden überwacht. Wenn ein oder mehrere Verbraucher im Obergeschoss eingeschaltet sind, so wird die LED 3 von Modul 5 eingeschaltet und nur wenn alle Verbraucher ausgeschaltet sind, ist auch die LED aus.

In Modul 5 sind nun die drei Summen, die die Anwesenheit und die Verbraucher im Ober- sowie Untergeschoss überwachen, miteinander verknüpft. Wenn also das Haus verlassen ist und es ist mindestens ein Verbraucher im Ober- oder Untergeschoss eingeschaltet, so wird in der Visualisierung ein Warnhinweis, der Verbraucher und der Ort, wo sich der Verbraucher befindet, angezeigt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..29 Summe 3 und 4 von Modul 5

Visualisierung:

In der Visualisierungssoftware LCN-GVS werden die beiden Summen 3 und 4 des Moduls 5 überwacht. Dazu wird in der GVS unter „Hinzufügen“ die Funktion „Anzeige Logik-Funktion mit Bild“ gewählt. Befindet sich jemand im Haus und es sind ein oder mehrere Verbraucher eingeschaltet, oder befindet sich niemand im Haus und es sind aber alle Verbraucher ausgeschaltet, so wird durch ein eingefügtes Bild signalisiert, dass man sich energetisch „im grünen Bereich“ befindet. Erst wenn das Haus verlassen ist und ein oder mehrere Verbraucher eingeschaltet sind, ändert sich das Bild und es erscheint eine Warnung, dass im aktuellen Zustand Energie verschwendet wird.

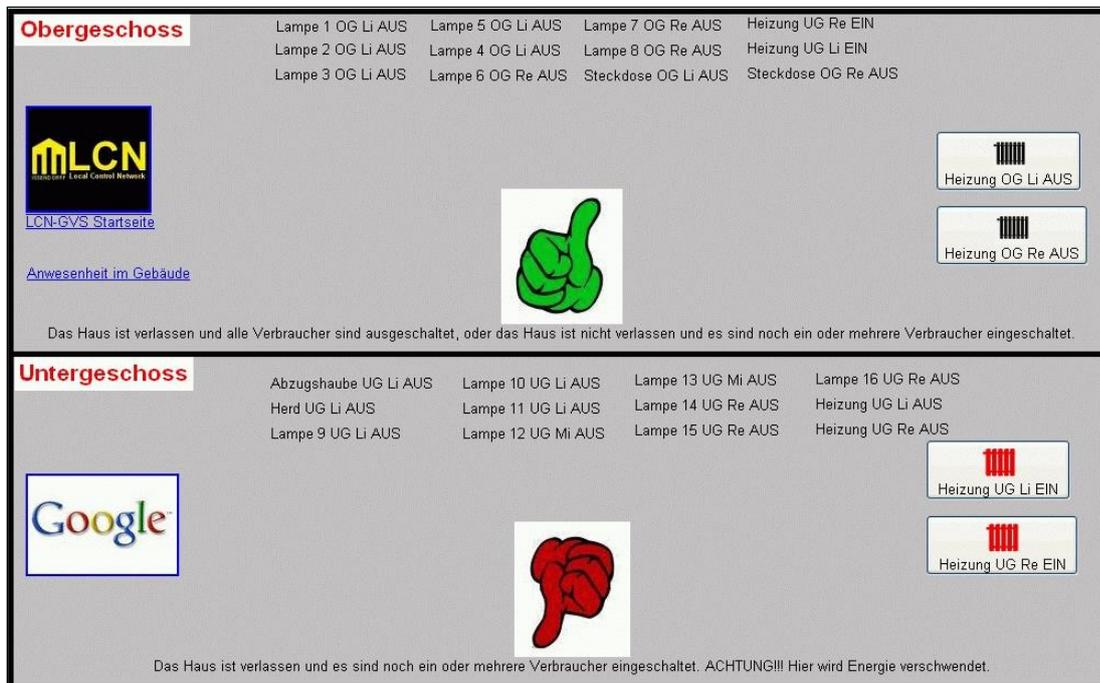


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..30 Anzeige von "Haus ist verlassen" beim aktiven Energiemanagement

Im Screenshot wird sichtbar, dass zusätzlich zur Anzeige der Logikfunktionen noch einige Buttons zur Heizungssteuerung eingefügt sind. Dazu ist unter „Hinzufügen“ die Funktion „Steuerung mit Statusbild“ ausgewählt worden. Zusätzlich befinden sich links im Bild noch zwei Verweise, die in jedem Fenster der Visualisierung aufgeführt sind. Zum einen ist das der Verweis zur LCN-GVS Startseite und zum anderen der Verweis zur Google Startseite.

1.1.5.2 Funktion „Heizungsteuerung“

Theoretischer Ansatz

Die Heizungssteuerung ist erforderlich, um eine Heizungsüberwachung zu realisieren und wird deshalb

an dieser Stelle erläutert. Im Demonstrationsmodell sind insgesamt vier Heizkörper eingebaut. Sie befinden sich im Obergeschoss links und rechts, sowie im Untergeschoss links und rechts. In jedem dieser Zimmer ist ein Temperatursensor LCN-TS zur Raumtemperaturmessung eingebaut. Die Module 5 – 8 übernehmen die Heizungssteuerung in den vier Räumen. Die Heizungen werden automatisch gesteuert, dabei soll ein voreingestellter Schwellwert als Sollwert dienen. Dieser ist bei Bedarf über die Visualisierung veränderbar.

Zusätzlich soll in der Visualisierung überwacht werden, ob in einem der Räume gleichzeitig die Heizung eingeschaltet und ein Fenster geöffnet ist. Für den Fall, dass beide Bedingungen erfüllt sind, wird wieder die Warnung ausgesprochen, dass hier Energie verschwendet wird.

Hardware:

Der Temperatursensor LCN-TS muss mit dem LCN-Modul über den I-Port verbunden werden, er wird vom Modul eigenständig erkannt. Die Fensterkontakte sind über einen Binäreingang LCN-B3I mit dem Modul 9 verbunden. Der LCN-B3I-Sensoreingang wird am I-Port angeschlossen.

Da der Temperatursensor vom Modul eigenständig erkannt wird, muss nur unter „Schwellwerte“ die Funktion aktiviert, die Hysterese und der Sollwert der Raumtemperatur eingestellt werden. In der Abbildung sind beispielsweise 26° C als gewünschte Raumtemperatur eingestellt und die Hysterese ist mit 1,5° C angegeben. Das heißt, dass die Heizung bei 26° C ausgeschaltet wird und, sobald die Raumtemperatur 24,5° C unterschreitet, die Heizung wieder eingeschaltet wird.

Programmierung:

Der Schwellwert 1 wirkt voreingestellt in der Tastentabelle B auf die Taste B 1. Wird der Schwellwert überschritten, so wird die Taste B 1 lang ausgeführt, bei Unterschreiten des Schwellwerts minus Hysterese wird die Taste B 1 los ausgeführt.

Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..31 Schwellwerte-Einstellung für die Heizungssteuerung

Auf die Taste B 1 lang wird das Kommando „Relais AUS“, auf die Taste B 1 los das Kommando „Relais EIN“ gelegt. Die Relais schalten die simulierten Elektroheizkörper.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..32 Heizung UG Re geschaltet durch Schwellwert

Visualisierung:

Die Abbildung zeigt die Visualisierung der Heizungssteuerung und -überwachung für das Untergeschoss rechts. Dargestellt ist die Heizung, die per Mausklick über die Visualisierung ein- oder ausgeschaltet werden kann, der Schwellwert ist ebenso durch Betätigung des Buttons veränderbar. Es wird die Fensterkontaktabfrage, der Schwellwert, sowie die aktuelle Raumtemperatur dargestellt.

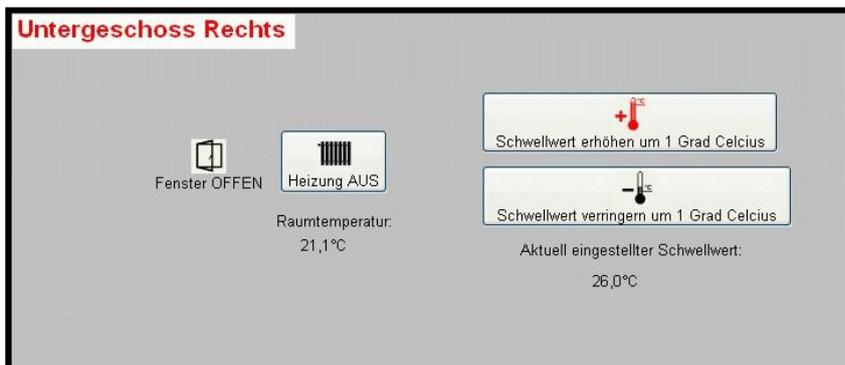


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..33 Visualisierung der Heizungssteuerung

1.1.5.3 Funktion „Heizungsüberwachung“

Theoretischer Ansatz:

Durch eine Fensterkontaktabfrage wird überwacht, ob die Fenster geöffnet oder geschlossen sind. Die Heizungsanlage wird separat auch auf ihren Status überwacht. In dem Fall, dass eine Heizung eingeschaltet ist und gleichzeitig das Fenster in dem Raum geöffnet ist, wird in der Visualisierung davor gewarnt, dass in diesem Fall Energie verschwendet wird.

Programmierung

Die installierten Fensterkontakte sind über einen 3-fach Binärsensor mit dem LCN-UPP Modul (Modul ID 9) verbunden. Sie wirken auf die Tasten B7 (Fensterkontakt „Rechts“) und B8 (Fensterkontakt „Links“) der Tastentabelle B. Bei geöffnetem Fenster wird vom Fensterkontakt „Rechts“ die LED 2 von Modul 6 eingeschaltet, bei geschlossenem Fenster ist die LED ausgeschaltet. Der Fensterkontakt „Links“ schaltet die LED 4 von Modul 6 in gleicher Weise.

Die Heizungen im Erdgeschoss schalten jeweils die LEDs 1 und 3 von Modul 6. Wird die Heizung eingeschaltet, so ist auch die jeweilige LED eingeschaltet.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..34 Summe 1 und 2 von Modul 6

Visualisierung:

Wenn in einem der beiden Räume gleichzeitig die Heizung eingeschaltet ist und das Fenster zum Lüften geöffnet wird, wird in der Visualisierung die Warnung ausgegeben, dass hier ein Fehlverhalten des Nutzers vorliegt und Energie verschwendet wird. Es werden die Summen 1 und 2 des Moduls 6 auf den Status EIN überwacht. Die Visualisierung der Funktion des aktiven Energiemanagements ist so aufgebaut, dass die Logik-Funktionen 1 und 2 von Modul 6 überwacht und dargestellt werden. Die Logikfunktion 1 bezieht sich auf den Raum im Untergeschoss Rechts und die Logikfunktion 2 auf den Raum Rechts.

In der Abbildung ist für den Raum links ein auf den Energieverbrauch akzeptabler Zustand angezeigt, im rechten Raum hingegen ein unakzeptabler Zustand. Hier wird deutlich davor gewarnt, dass Energie verschwendet wird, da trotz offenem Fenster geheizt wird.

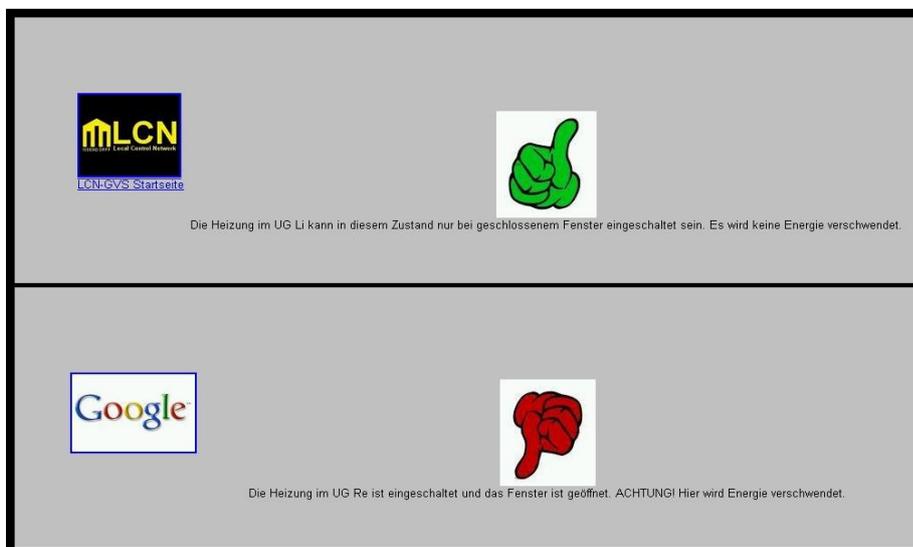


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..35 Heizungsüberwachung bei aktiven Energiemanagement

1.1.5.4 Funktion „Jalousiesteuerung“ (über EnOcean-Funktaster)

Theoretischer Ansatz:

Die Jalousien am Haus werden über Rohrmotoren hoch und runter gefahren. Die beiden Motoren werden über zwei 2-fach EnOcean-Funktaster angesteuert. Über einen kurzen Tastendruck soll die Jalousie zeitgesteuert eigenständig hoch- oder runterfahren.

Hardware:

Die Einbindung von EnOcean-Funktastern ist im LCN-Bus über den Funktastenumsetzer LVN-T4ER möglich, der über den T-Port mit dem LCN-Modul verbunden wird. Funktaster müssen einmalig angelernt werden. Die Betätigung der Tasten wirkt sich auf die Tastentabelle A im zugehörigen Modul aus.

Die Rohrmotoren der Jalousien werden über Relaisausgänge angesteuert. Je Motor werden zwei Relaisausgänge benötigt. In der Abbildung ist der Anschluss eines Motors an die Relaisausgänge dargestellt. Möglich und üblicher ist der Anschluß über einen Richtungs- und einen Fahrkontakt an den Relais mit Serienschaltung der Kontakte, im vorliegenden Fall wurde eine Polwendeschtaltung realisiert, da die Jalousie über Gleichstrommotoren realisiert ist.

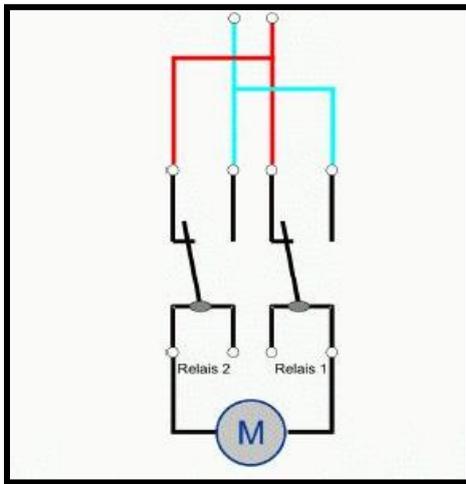


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..36
Polwendeschtaltung für eine DC-Rohrmotor an der DC-Versorgung
Programmierung

Der EnOcean 4-fach Taster wirkt auf die Tasten A 1 – A 4 von Modul 6. Auf die Tasten wird das Kommando „Relais Timer“ gelegt. Dadurch kann ein Relaisausgang für eine voreingestellte Zeit eingeschaltet werden. Man kann einen Zeitbereich von 30 ms bis zu 4 min. einstellen. Je nach eingeschaltetem Relaisausgang ändert sich die angelegte Polarität am Rohrmotor und somit seine Drehrichtung. Zusätzlich wird das zweite Ziel der Tasten benutzt, um LEDs ein- und auszuschalten. Diese werden wiederum in Logiksummen weiterverarbeitet.

In der Abbildung ist die Programmierung der Jalousie im Untergeschoss rechts über Tastenbefehle abgebildet.

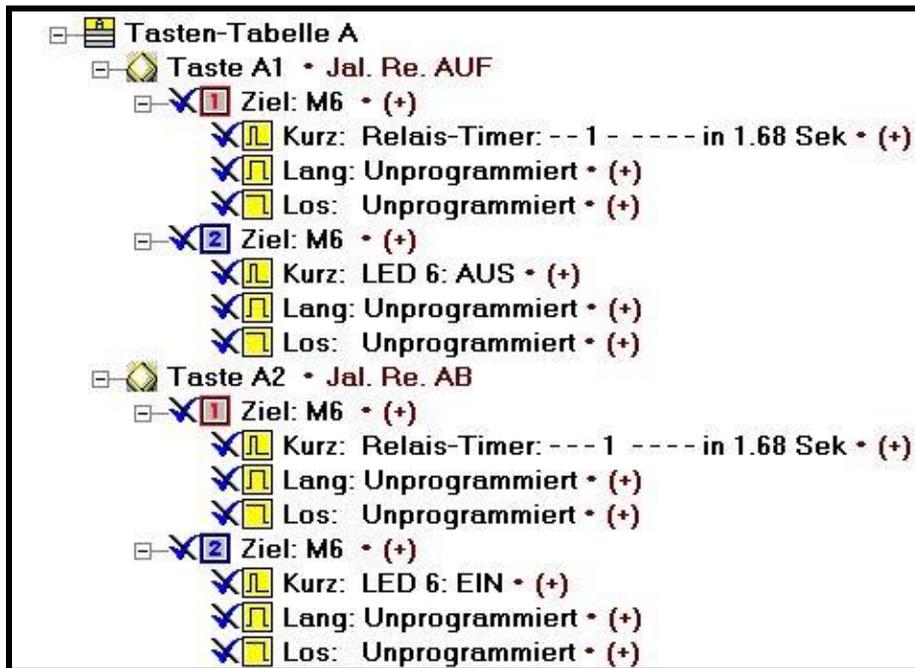


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..37 Programmierung Jalousie rechts

Visualisierung:

In den Tableaus des Untergeschosses links und rechts sind jeweils vier Buttons eingefügt, über die sich die Jalousien einzeln oder auch zusammen hoch- oder runter fahren lassen.

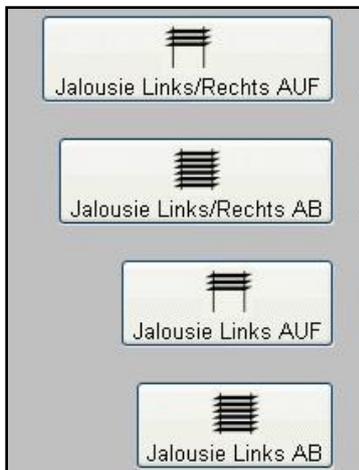


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..38 Jalousiesteuerung UG links

1.1.5.5 Funktion „Jalousieüberwachung“

Theoretischer Ansatz:

Über den Außenlichtsensor wird erfasst, ob es außerhalb des Hauses hell oder dunkel ist. Ebenso wird überwacht, ob die Jalousien hoch- oder runtergefahren sind. Wenn das System feststellt, dass in einem Raum die Jalousien heruntergefahren sind, obwohl es draußen schon hell geworden ist, so weist die Visualisierung den Bewohner darauf hin, dass es sinnvoller ist, das einfallende Außenlicht zu nutzen als eventuell elektrische Verbraucher einzuschalten um den Raum zu beleuchten. Umgekehrt

erfolgt ein Hinweis, wenn es bereits dunkel ist und die Jalousie noch nicht heruntergefahren worden ist und es auch aus Sicherheitsgründen sinnvoll wäre die Jalousien herunter zu fahren.

Programmierung:

In der Abbildung ist zu sehen, dass die Jalousien je nach Position eine LED ein- oder ausgeschaltet haben. Die rechte Jalousie schaltet die LED 6 von Modul 6 und die Jalousie links die LED 7 von Modul 6. Die LEDs sind eingeschaltet, wenn die Jalousien heruntergefahren sind.

Der Außenlichtsensor erfasst den Helligkeitswert der Umgebung. Wenn der voreingestellte Schwellwert von 121 Lux unterschritten wird, wird die LED 8 von Modul 6 eingeschaltet. Erst bei Überschreitung dieses Schwellwerts, schaltet sich die LED wieder aus.

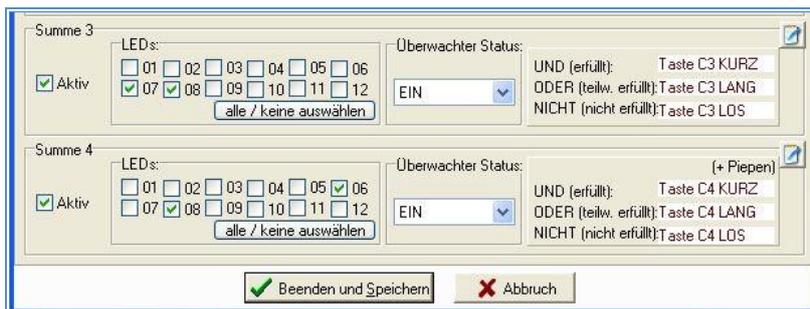


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..39
Summenauswertung 3 und 4 von Modul 6

Visualisierung:

Auch hier wird über die Option „Anzeige Logik-Funktionen mit Bild“ der jeweilige Zustand der Summe angezeigt. Die Abbildung zeigt den Zustand, dass es draußen bereits dunkel ist, die Jalousie jedoch noch hochgefahren ist. Aus Sicherheitsgründen wird empfohlen, dass die Jalousie runtergefahren werden soll, zusätzlich dämmen die Jalousien das Haus ein wenig ab. Energetisch bedenklich ist der Fall, wenn die Jalousie noch unten ist während es draußen schon hell ist. Dann könnte das Tageslicht genutzt werden und es müssten zur Beleuchtung keine elektrischen Verbraucher benutzt werden.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..40
Jalousieüberwachung

1.1.6 Passives Energiemanagement

Der optimierte Einsatz von Energie ohne eine Bevormundung durch das installierte System lässt sich durch Gebäudeautomation und ein passives Energiemanagementsystem erreichen. Bei der passiven Variante wird durch das System selbst die Steuerung übernommen, der Bewohner wird passiv, die Funktionalität des Hauses läuft automatisiert im Hintergrund ab. Auf die bereits angesprochenen Beispiele bezogen bedeutet dies konkret, dass die Einzelraumtemperatursteuerung selbstständig vom

System abgeschaltet wird, sobald ein Fenster geöffnet wird, und eine automatische Abschaltung aller Leuchten und nicht notwendigen Verbraucher (z.B. Standbybetrieb) beim Verlassen des Gebäudes erfolgt.

Die gesamte Automation dient auch der Ermöglichung des zeitversetzten Einschaltens von Prozessen im Gebäude zur Vermeidung von Spitzenlasten (kurzzeitiges Abschalten von Kühlschränken, kurzzeitiges Abschalten von Trocknern oder Waschmaschinen oder gezieltes Einschalten zur Nachtzeit, gezielte Steuerung von Heizungen und Heißwasserbereitern).

Um die Prozesse des aktiven und passiven Energiemanagementsystems stetig zu verbessern, ist es sinnvoll durch Rückgriff auf ein Smart Metering-System den Verbrauch zu überprüfen und zu analysieren, um weitere Einsparmöglichkeiten zu ermitteln.

1.1.6.1 Funktion „Haus ist verlassen“

Theoretischer Ansatz:

Der theoretische Ansatz entspricht dem der „Haus ist verlassen“ Funktion, die bereits beim aktiven Energiemanagement erläutert wurde. Der Unterschied ist jedoch, dass das Haus automatisch spannungsfrei geschaltet wird, wenn es verlassen wird. In diesem Beispiel ist es so, dass das komplette Haus spannungsfrei geschaltet wird. Dies wäre in der Praxis nicht umzusetzen, da im Haus immer einige Verbraucher vorhanden sind, die nicht ausgeschaltet werden dürfen (z.B. Kühlschrank und Tiefkühltruhe oder am Stromnetz betriebene Uhren oder Wecker).

Programmierung:

Die Programmierung ist identisch mit der Programmierung der „Haus ist verlassen“-Funktion im aktiven Energiemanagement. Die Summe 2 in Modul 9 ist erfüllt, wenn alle Familienmitglieder das Haus verlassen haben.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..41 Summe 2 von Modul 9

Erfüllt die Summe das „Und“, so wirkt die Auswertung auf die Taste C 2 kurz, die teilweise erfüllte Summe auf die Taste C 2 lang und die nicht erfüllte Summe auf die Taste C 2 los.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..42 Tasten-Programmierung „Haus ist verlassen“

Für den Fall, dass die Summe erfüllt ist, also alle Bewohner das Haus verlassen haben, wird die Gruppe 6 angesprochen und bei allen zugehörigen Modulen werden die Relaisausgänge, sowie die Ausgänge der Module ausgeschaltet.

Für den Fall, dass ein oder mehrere Bewohner wieder das Haus betreten wollen, wird bei jeder Anmeldung durch das Transpondersystem die Lampe 13 (Modul 7, Relaisausgang 4) im Haus für eine Zeit von sechs Sekunden eingeschaltet, damit man in einen beleuchteten Eingangsbereich tritt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..43 Anmeldung Vater

Visualisierung:

Die Visualisierung im passiven Energiemanagement ist so aufgebaut, dass jedem Familienmitglied ein Foto zugeordnet ist. Ist dieses Foto in schwarz-weiß dargestellt, so ist die Person nicht zu Hause.

Wenn es in Farbe erscheint, ist die Person im Haus. Zusätzlich ist dem Textfeld unter jedem Foto zu entnehmen, wer sich gerade im Haus aufhält und wer nicht.

Diese Darstellung ist möglich, da jedes Bild mit der Funktion „Logik-Funktion anzeigen“ verknüpft ist und den Status je nach Zustand ändert.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..44 Übersicht über die Anzahl der Familienmitglieder im Haus

1.1.6.2 Funktion Außenlicht

Theoretischer Ansatz:

Das Außenlicht (Lampe 17) soll nur dann für eine bestimmte Zeit eingeschaltet werden, wenn das Tageslicht hinsichtlich der gemessenen Helligkeit unter einen bestimmten Wert sinkt und zusätzlich vom Bewegungsmelder eine Person erfasst wird.

Hardware:

Der Bewegungsmelder LCN-BMI wird über den I-Port und der Lichtsensor LCN-LSH über den T-Port mit dem LCN-Modul verbunden.

Programmierung:

Auch für diese Funktion ist eine Summe zu bilden. Der Bewegungsmelder muss eine Person in sei-

nem Erfassungsbereich erkennen und gleichzeitig muss eine bestimmte Tageslichtstufe unterschritten werden.

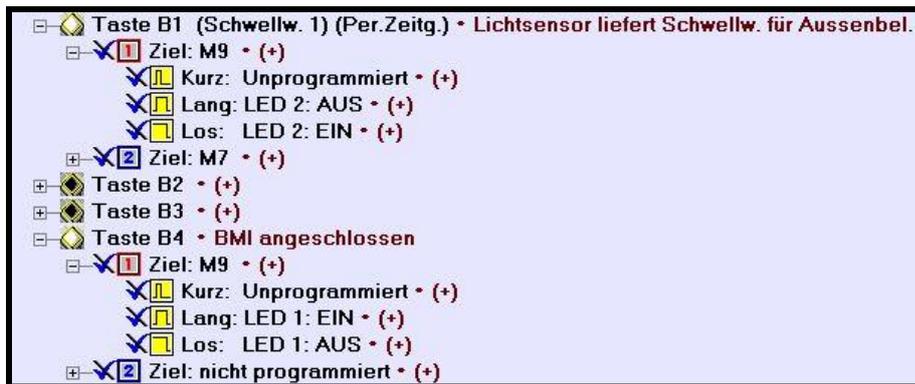


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..45 Programmierung des Außenlichts

Der Lichtsensor schaltet die LED 2 von Modul 9 ein, wenn der Schwellwert unterschritten wird. Die LED 1 von Modul 9 wird eingeschaltet, wenn im Erfassungsbereich des Bewegungsmelders eine Person erfasst wird. Diese beiden LEDs müssen auf den Status „EIN“ überwacht werden. Wenn diese Summe erfüllt ist, wird die Taste C 1 betätigt und daraufhin das Kommando „Ausgang 2 von Modul 5 einschalten für 10 Sekunden“ ausgeführt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..46 Tastenbelegung C1 von Modul 9

1.1.6.3 Funktion „Konstantlichtregelung“

Theoretischer Ansatz:

Dimmbare Leuchtmittel sollen je nach Außenlicht oder Helligkeit im Raum automatisch auf- und abgedimmt werden, um eine konstante Raumbeleuchtung zu garantieren. Wenn genug Licht erfasst wird, so wird die Lampe komplett ausgeschaltet. In der Dämmerung wird der prozentuale Dimmwert ansteigen, bis der Wert auf 100 % angestiegen ist. Damit sich das Licht nicht automatisch einschaltet, wenn der Helligkeitswert dies verlangt, ist die Funktion der Konstantlichtregelung über einen Taster im Zimmer zu sperren und freizuschalten.

Hardware:

Es muss ein dimmbares Leuchtmittel an einen der Schalt- und Dimmausgänge der LCN-Module angeschlossen sein. Zusätzlich wird der Lichtsensor wie schon beschrieben am T-Port des LCN-Moduls angeschlossen.

Programmierung:

Der Lichtsensor gibt seinen Meßwert über die T-Variable an den Regler 1 weiter. Dieser muss, wie in der Abbildung dargestellt, konfiguriert werden.

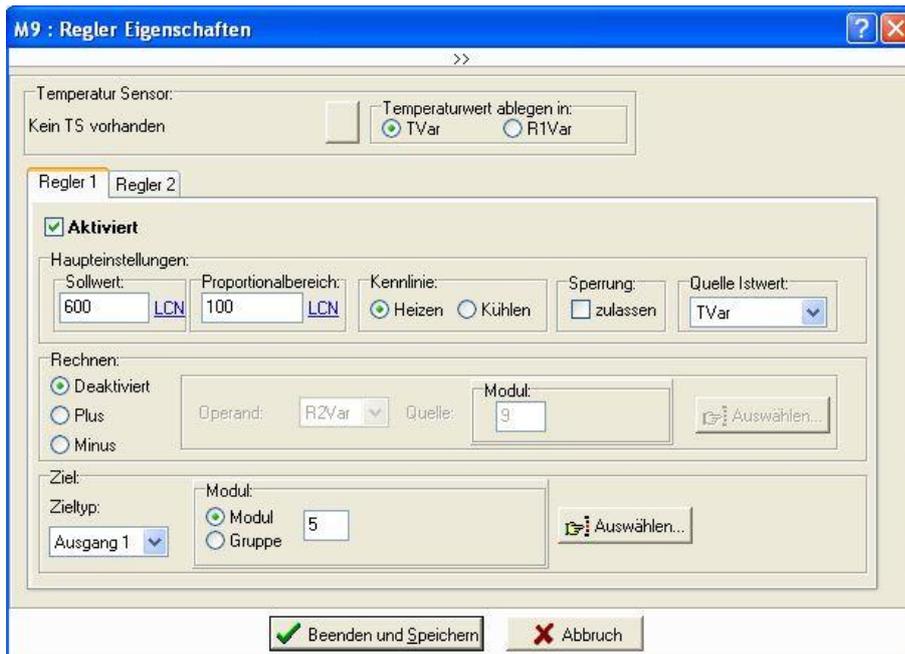


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..47 Reglereinstellung für die Konstantlichtregelung

Über die Taste A1 wird der Ausgang von Modul 5 auf einen Wert von 60% eingeschaltet. Drei Sekunden später wird der Regler 1 entsperrt und regelt den Ausgang.

Durch die Taste A2 wird der Regler wieder gesperrt und der Ausgang ausgeschaltet.

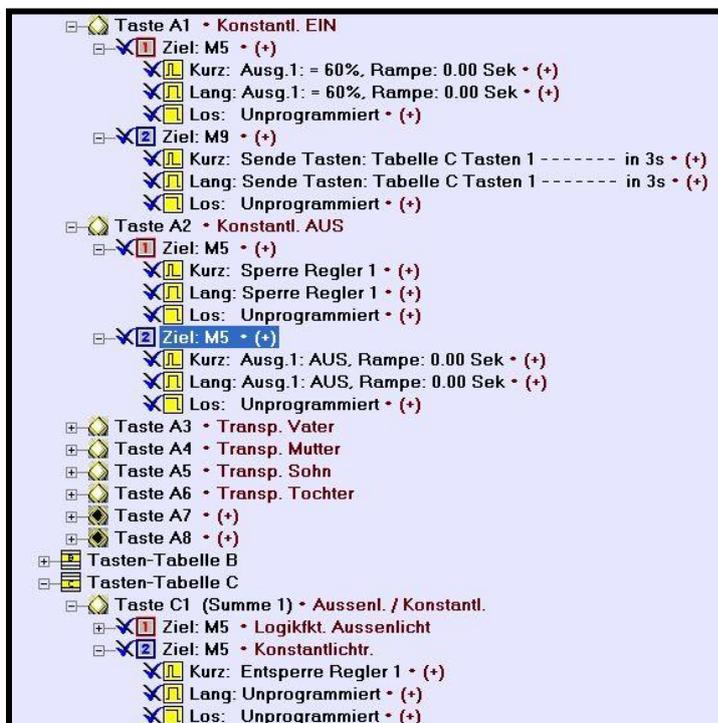


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..48 Programmierung der Konstantlichtregelung

Visualisierung:

Die Konstantlichtregelung wird visualisiert über einen Statusbutton, der anzeigt, ob die Lampe 7 eingeschaltet ist und wenn ja, auf welchen prozentualen Dimmwert die Lampe eingestellt ist.

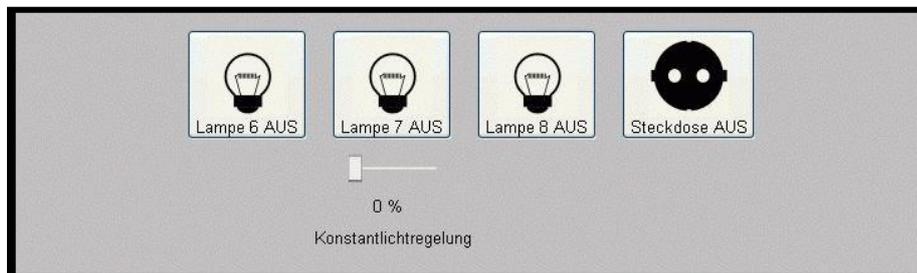


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..49 Konstantlichtregelung

1.1.6.4 Funktion Heizungsteuerung

Theoretischer Ansatz:

Der theoretische Ansatz entspricht dem der Funktion „Heizungssteuerung“ im aktiven Energiemanagement. Zusätzlich sind in der automatisierten Funktion des passiven Energiemanagements die Fensterkontakte eingebunden. Somit wird die Heizung automatisch ausgeschaltet, wenn im Raum ein Fenster geöffnet wird.

Programmierung:

Die Fensterkontakte wirken auf die Tasten B 7 und B 8 des Moduls 9. Da die Kontakte verwendet werden, um die Heizung bei geöffnetem Fenster auszuschalten, aber auch um die Jalousien bei geöffnetem Fenster zu sperren, muss zunächst das Kommando „Sende Tasten“ genutzt werden, um jeweils zwei Tasten pro Fensterkontakt programmieren zu können. Der Status der Binärkontakte wird weitergeleitet und wirkt auf die Tasten 1 – 4 der Tabelle D im selben Modul.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..50 Programmierung der Fensterkontakte

Das Sperren der Heizung muss in zwei Schritten erfolgen. Zunächst wird die Heizung abgeschaltet, anschließend wird die Taste B1 des zugehörigen Moduls gesperrt. Auf diese Taste wirkt der Schwellwert, der die Heizung bei Unterschreitung des Schwellwerts einschaltet.

Beide Funktionen sind in der Abbildung dargestellt.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..51 Programmierung Heizung sperren

1.1.6.5 Funktion Jalousiesteuerung

Theoretischer Ansatz:

Der theoretische Ansatz entspricht dem der Funktion „Jalousiesteuerung“ im aktiven Energiemanagement. Es wird jedoch die Steuerung der Jalousien nicht mehr über den EnOcean Funktaster realisiert, sondern je nach erfasstem Außenlicht durch den Außenlichtsensor fahren die Jalousien automatisch hoch oder runter. In dem Fall, dass ein Fenster geöffnet ist, wird die Jalousie gesperrt, um eine Beschädigung zu vermeiden.

Hardware:

Der Lichtsensor ist am T-Port des LCN-Moduls angeschlossen, die Fensterkontakte über den Binäreingang B3I am I-Port des Moduls.

Programmierung:

Der eingestellte Schwellwert wirkt auf die Taste B 1 von Modul 9. Es wird ein Lang-Kommando gesendet, wenn der Schwellwert überschritten und ein Los-Signal, wenn der Schwellwert unterschritten wird. Diese Befehle werden mit dem Kommando „Sende Tasten“ auf die Tasten 1 – 4 der Tastentabelle A in Modul 7 weitergeleitet als kurz-Kommando.

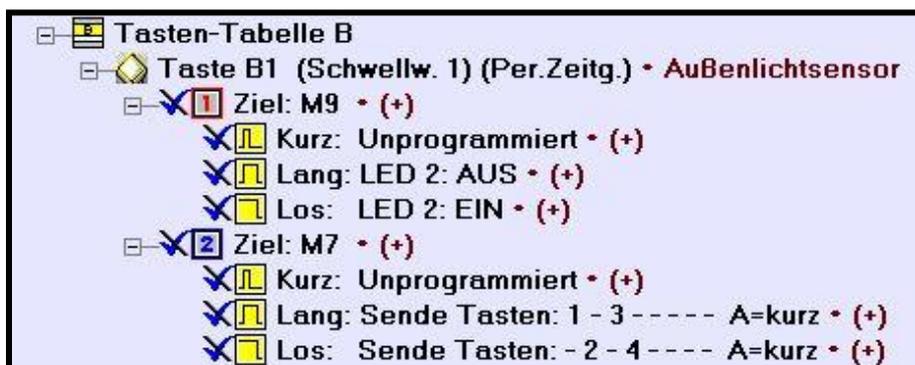


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..52 Programmierung des Außenlichtsensors

In Modul 7 sind die Tasten 1 und 2 der rechten Jalousie zugeordnet, die Tasten 3 und 4 der Jalousie links.

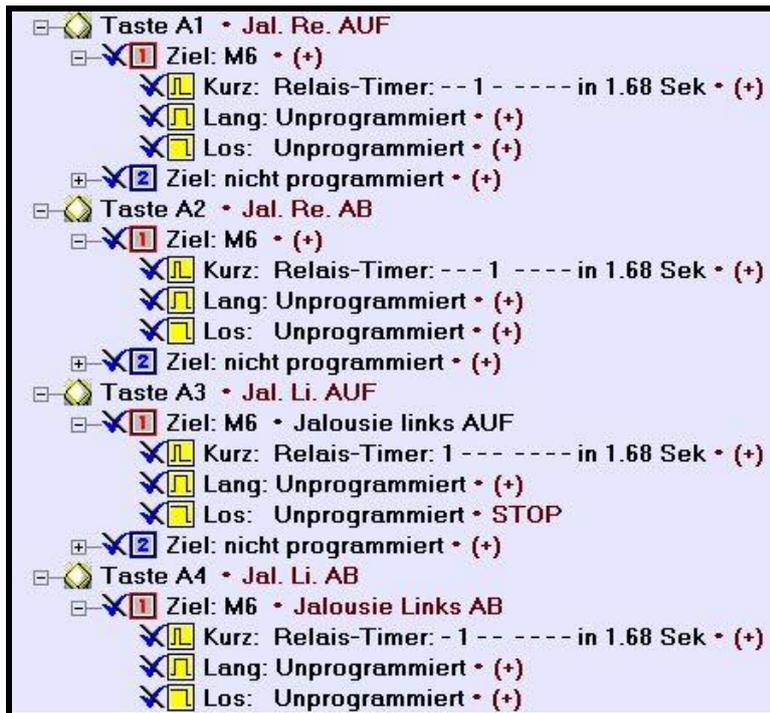


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..53 Programmierung Jalousien

Wenn der Schwellwert überschritten wird (Helligkeit nimmt zu), wirkt das kurz-Kommando auf die Tasten A 1 und A 3. Über einen Relais-Timer werden die Relaisausgänge 1 und 3 für die Zeit von 1,68 Sekunden eingeschaltet. Wenn der Schwellwert unterschritten wird (Helligkeit nimmt ab), werden die Relaisausgänge 2 und 4 für die eingestellte Zeit eingeschaltet.

1.1.7 Einbindung von Komfortfunktionen

Einige Komfortfunktionen, wie z.B. Heizungs- und Jalousiesteuerung, Außenlichtsteuerung, etc. wurden bereits als Funktionen des passiven Energiemanagements vorgestellt. Durch die vielfältigen Möglichkeiten von LCN ist nahezu jede denkbare Funktion der Gebäudeautomation realisierbar. Beispielfähig sollen Lichtszenen als Funktion ergänzt werden.

1.1.7.1 Funktion Lichtszenen

Theoretischer Ansatz:

In einem Raum sollen über einen 4-fach Funktaster vier Lichtszenen aufrufbar sein. Ziel ist, über einen Tastendruck ein oder mehrere Verbraucher einschalten können und teilweise auch auf eine gewünschte Stufe zu dimmen. Jede Lichtszene ist dabei auf ein bestimmtes Nutzerverhalten abgestimmt.

Hardware:

Als 4-fach-Taster wird der EnOcean Funktaster benutzt.

Programmierung:

Die vier Tasten des Funktasters wirken auf die Tasten A 1 bis A4 im Modul 6. Es werden teilweise Kombinationen von Modulausgängen und Relaisausgängen eingeschaltet, zum Teil werden aber auch Modulausgänge und Relaisausgänge einzeln eingeschaltet. Jede aufgerufene Lichtszene lässt sich

über einen langen Tastendruck derselben Taste, die zum Einschalten genutzt wurde, wieder löschen.

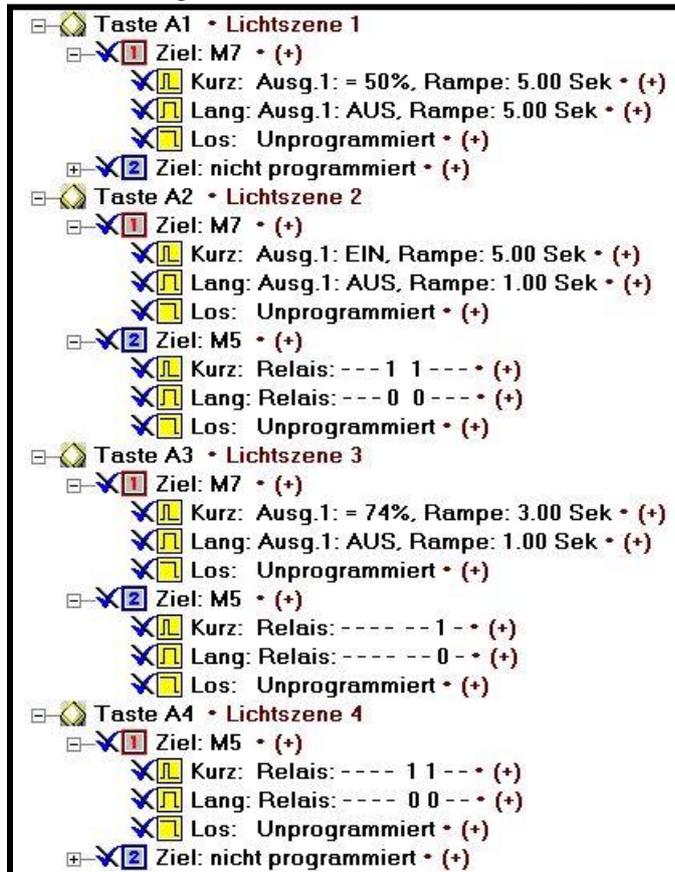


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..54 Programmierung von Lichtszenen

Die hier sehr einfache Programmierung von Szenen kann auch über die Anlage von Szenen und Aufruf über Tasten realisiert werden.

Visualisierung:



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..55 Visualisierung von Lichtszenen

1.1.8 Einbindung von Sicherheitsfunktionen

1.1.8.1 Funktion „Alarmanlage“

Theoretischer Ansatz:

Wenn das Transpondersystem erkannt hat, dass das Haus verlassen ist, werden die Fenster- und Türkontakte überwacht. In dem Moment, wenn einer dieser Kontakte geöffnet wird, wird die Alarmanlage eingeschaltet. Diese ist im Demonstrationsmodell über einige Lampen dargestellt, die 15 mal ein- und ausgeschaltet werden. Diese Funktion der Alarmanlage kann in der Realität nur als Erweiterung einer zertifizierten Alarmanlage genutzt werden. Sie allein stellt keinen ausreichenden Schutz dar und ist versicherungstechnisch nicht ausreichend.

Programmierung

Die Summe „Haus ist verlassen“ von Modul 9 wird genutzt, um die LED 1 in Modul 8 ein- und auszuschalten. Die LEDs 2 – 4 werden durch die drei Fenster- und Türkontakte ein- und ausgeschaltet. Drei Summen werden zur Realisierung der Überwachung benötigt. Jeweils ein Fenster- oder Türkontakt wird mit der Summe „Haus ist verlassen“ zusammen auf den Status „EIN“ überwacht.

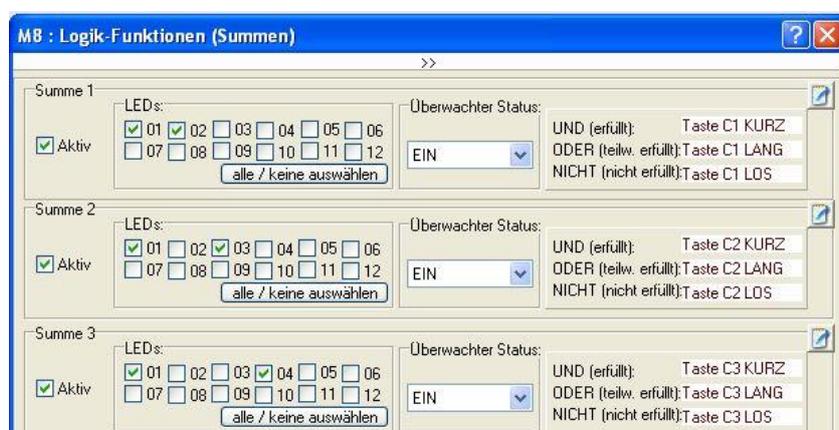


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..56 Summen 1 – 3 von Modul 8

Wenn sie erfüllt sind, wirken diese drei Summen auf die Tasten C 1 – 3 kurz. Auf diesen Tasten ist programmiert, dass die Ausgänge A1 und A2 der Gruppe 6 insgesamt 15 Mal flackern sollen.

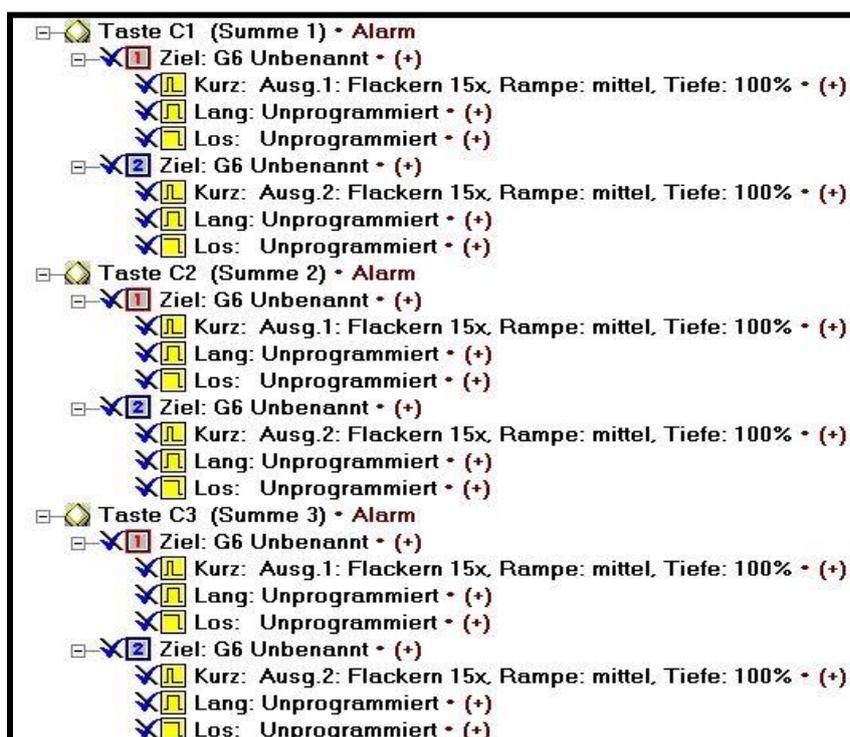


Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..57 Programmierung des Alarms

Visualisierung:

Das Fenster zur Überwachung im Abwesenheitsfall ist so aufgebaut, dass die beiden Fensterkontakte und der Türkontakt überwacht und angezeigt werden. Die Abbildung zeigt, dass im Moment durch den Türkontakt ein Alarm ausgelöst wurde.



Abb. Fehler! Kein Text mit angegebener Formatvorlage im Dokument..58 Hausüberwachung im Anwesenheitsfall

1.1.9 Multifunktionssystem

Über die Möglichkeit der Einbindung des Aufrufs externer WEB-Seiten, die auf ansteuerbaren Seiten abgelegt werden, können Informationssysteme aufgebaut und in der LCN-GVS integriert werden.

1.1.10 Fazit

Die Gebäudeautomation läßt sich mit den Hutschienenmodulen LCN-HU und den Unterputzmodulen LCN-UPP für das Demonstrationsmodell gut umsetzen. Es konnte aufgezeigt werden, daß die drei üblichen Bereiche Bereiche Komfort, Sicherheit und Energieeffizienzsteigerung mit LCN gut abgedeckt werden können.

Die Programmierung mit der LCN-PRO Software ist auch ohne große Vorkenntnisse möglich, erfordert jedoch eine Einarbeitung und Umgewöhnung, wenn man die Programmier- und Parametrierweise anderer Systeme kennt. Für erweiterte Funktionen bietet die Software LCN Pro eine umfangreiche Hilfe an. Wenn die ersten Funktionen programmiert sind, stehen eine Reihe an hilfreichen Werkzeugen zur Überprüfung der Programmierung und Analyse der Fehler zur Verfügung, hilfreich sind Statusfenster des Moduls und der Busmonitor.

Die Anzahl der möglichen Lichtszenen ist mit einer Menge von 100 je Modul recht hoch dimensioniert. Andere Funktionen wie z.B. die Summenbildung für Logikfunktionen sind mit nur vier Summen pro Modul eindeutig zu gering vorgehalten. Auch die eingeschränkte Möglichkeit, mehrere Befehle von einer Taste aus zu senden, fiel im Rahmen der Realisierung negativ auf. Um umfangreiche Funktionen mit mehreren Aktoren zu realisieren, muss mit dem Befehl „Sende Tasten“ oder Gruppen gearbeitet

werden, was die Übersichtlichkeit der Programmierung deutlich verschlechtert. In größeren Projekten ist eine übersichtliche Struktur ohnehin schwer zu erhalten, da eine übersichtliche Gebäudetopologie, wie z.B. in der KNX/EIB-ETS, fehlt. Zur fehlenden Übersicht trägt auch die geringe Anzahl an Zeichen (526 Zeichen) pro Modul bei, die verwendet werden können, um die Programmierung mit Kommentaren zu versehen.

Die Visualisierungssoftware LCN-GVS ist eine gut bedienbare Software, mit der durch die Vorgabe der Funktionen recht einfach eine Oberfläche zur Visualisierung des eigenen Projekts erstellt werden kann. Dabei ist die Oberfläche mit Hintergrundbild und dargestellten Funktionen frei zu gestalten. Im vorgestellten Projekt wurde Wert auf funktionale, nicht vom Erscheinungsbild schöne Darstellung gelegt.

Bei der Einbindung von Smart Metering-basiertem Energiemanagement ist das LCN-System deutlich an seine Grenzen gestoßen. Anders als z.B. das KNX/EIB-System wird das LCN-System nur von einem Hersteller bestückt und vertrieben, Erweiterungen sind nur über Gateways zu EnOcean und DALI möglich, größere Erweiterungen nur über IP-Symcon. Das psychologische Smart Metering-basierte Energiemanagement ist durch Einbindung der WEB-Seiten des Energieversorgers möglich, der die Aufbereitung der Meßdaten selbst ermöglicht. Aktives Energiemanagement basiert bei LCN grundsätzlich bereits auf dem Vorhandensein einer Gebäudeautomation, damit wird das LCN-System, in dem in den Modulen standardmäßig Sensorik und Aktorik über Peripherie vorgehalten wird, niemals ausschließlich für sensorische Anwendung in Verbindung mit Visualisierung genutzt werden. Passives Energiemanagement kann sich im betrachteten Demonstrationsprojekt nicht auf energetische Meßdaten stützen, da die Einbindung von Smart Metern erst ab 10/2012 möglich ist. Soweit andere sensorische Meßdaten eingebunden werden, können diese im Rahmen von passivem Energiemanagement genutzt werden. Aufgrund der Eigenschaften der LCN-Module, die auch über Zähler verfügen, können Energiezähler über ein neues, zum Stand 10/2012 noch nicht vorhandenes, Peripherieelement nun integriert werden. Da die LCN-GVS derzeit keine Rechenoperationen ausführen kann, müssen die notwendigen Rechenoperationen in den LCN-Modulen selbst realisiert werden. LCN verfügt zur Programmierung von Automatisierungsfunktionen weder über eine graphische Programmiermöglichkeit, vergleichbar mit homeputer oder aus dem SPS-Bereich bekannten Funktionsbausteinen, noch direkt über eine Skriptsprache mit Variablenverwendung. Wird LCN um IP-Symcon ergänzt und damit der Zugriff auf Eltako-Zähler ermöglicht, entsteht ein System, mit dem vollständig Smart Metering-basiertes Energiemanagement umgesetzt werden kann.