

<p>zentrale Rollladen-Steuerung</p>
<p>Beschreibung</p>

Inhaltsverzeichnis:

1	PRÄMISSEN UND FEATURES	3
2	UNTERSTÜTZTE INFRASTRUKTUR	4
3	MECHANISCHER AUFBAU	6
3.1	ZENTRALEINHEIT	6
3.2	HMI.....	9
3.3	RELAISEINHEIT	9
4	ELEKTRONISCHER AUFBAU	11
4.1	BESCHREIBUNG ZENTRALEINHEIT	11
4.2	FUSEBITS	12
4.3	LEISTUNGS-AUFNAHME.....	12
5	MENÜFÜHRUNG	13
5.1	AUSGESCHALTETES MENU	13
5.2	HAUPTMENU	13
5.3	UNTERMENUS	14
5.3.1	Untermenu "Nachtverdunklung"	14
5.3.2	Untermenu "Tagesabschattung"	15
5.3.3	Untermenu "Motor-Setup"	16
5.3.4	Untermenu "Schwibbogen"	17
5.3.5	Untermenu "Zeitschaltuhr"	18
5.3.6	Untermenu "Datum/Zeit setzen"	19
5.3.7	Untermenu "Verschiedenes"	19
5.3.8	Untermenu "aktuelle Werte"	20
6	VORORT-SETUP	22
7	ARBEITSWEISE BESTIMMTER FEATURES	24
7.1	SOMMERZEIT-UMSCHALTUNG	24
7.2	WANDSCHALTER / FERNBEDIENUNG	24
7.3	ARBEITSWEISE DER TAGESABSCHATTUNG	24
7.4	ROLLADEN-SEQUENTIALISIERUNG BEI DER NACHTVERDUNKLUNG.....	24
8	ADAPTIONEN DURCH DEN ANWENDER	25
8.1	EINSTELLEN DES ZIELPROZESSORS	25
8.2	SETZEN DER RV3029 EEPROM FUNKTIONSBITS	25
8.3	TEST DES 433MHz FUNKSENDERS	25
8.4	MODI BEI DER RELAISANSTEUERUNG	26
8.5	NAMEN DER ZIMMER.....	27
9	AUFBAUHINWEISE	28
9.1	ANTENNENANSCHLUSS TRANSMITTER-MODUL.....	28
9.2	ANTENNE.....	28
9.3	I ² C BUS.....	28
9.4	SONNENSENSOR	29
10	ROLLADEN-SIMULATOR	30
11	QUELLCODE UND DESSEN COPYRIGHT	31
12	AKTUELLER STAND DER ARBEITEN	32
13	QUELLENANGABEN	33

Rollladen-Steuerung Beschreibung

1 Prämissen und Features

- Zeitgesteuerte zentrale Steuerung mit geringer Leistungsaufnahme auf AVR-Basis wahlweise mit ATmega16 oder ATmega168P
- Optimiertes Design hinsichtlich Aufbautechnik und Zuverlässigkeit
- Programmstruktur, welche Adaptionen der Firmware (z.B. Funktionsreduktion oder Erweiterung des Menüs) rückwirkungsfrei zulässt
- Steuerung von bis zu 8 Rollläden (erweiterbar bei konsequenter Nutzung von I2C Portexpandern)
- Netzausfallsicherer Zeitbezug durch RTC mit Sommer-Winterzeit-Umschaltung (keine Nutzung von Zeitservern oder DCF77)
- Remanente Speicherung projektierter Daten im EEPROM des AVR
- Nutzung einer Keypad/LCD-Schnittstelle zur Projektierung (Human-Machine-Interface, kurz HMI), Verzicht auf anschließbaren PC
- Projektierbare Zeit der Nachtverdunklung in Abhängigkeit vom Datum sowie Auswahl der zu verdunkelnden Räume unter Berücksichtigung der Weihnachtszeit
- Tagesabschattung, wobei Uhrzeit, Helligkeit und Zeithysterese separat für jedes Zimmer projiziert werden
- Projektierbare Maximal-Laufzeit für jeden Rollladen-Motor
- Ansteuerung der Motoren-Relais seriell (Power-Direction) und Parallel (Up-Down) (Compileroption siehe Kap. 8.4)
- Integration des Jarolift-Setzkabel in die Steuerung zum Einstellen der Endpunkte bei parallel geschalteten Relais (Compileroption siehe Kap. 8.4)
- Integration eines 433MHz Funkempfängers zum Auf- und Abfahren der Rollläden durch eine Fernbedienung
- Integration eines 433MHz Funksenders für die Ansteuerung von Funksteckdosen durch die Steuerung
- Schnellzugriff auf ausgewählte Funktionen
- Setup-Mode mit Vorort-Einstellung
- Regulärer Betrieb der Rollladen-Steuerung mit und ohne angeschlossenes HMI (quasi-Hot-Swap)
- Gegebenenfalls: Funktionserweiterung durch noch freie AVR-Ressourcen

2 Unterstützte Infrastruktur

Es handelt sich um eine zentrale, drahtgebundene Steuerung, wobei sternförmig verteilte Steuerleitungen die Wandschalter in den jeweiligen Räumen erreichen.

Die Relaiseinheiten können entweder zentral an der Steuerung oder entfernt (z.B. im Rollladenkasten) angeordnet sein.

Zu den Relaiseinheiten ist ein 230V Anschluss sowie die Anschlüsse des Rohrmotors zu führen.

An die Wandschalter ist eine Niederspannungs-Steuerleitung geführt.

Parallel zu den Wandschaltern kann die Bedienung der Rollläden durch eine Funkfernbedienung erfolgen.

Abbildung 1: Variante 1 einer Hausverteilung von Steuerung und Sensoren/Aktoren

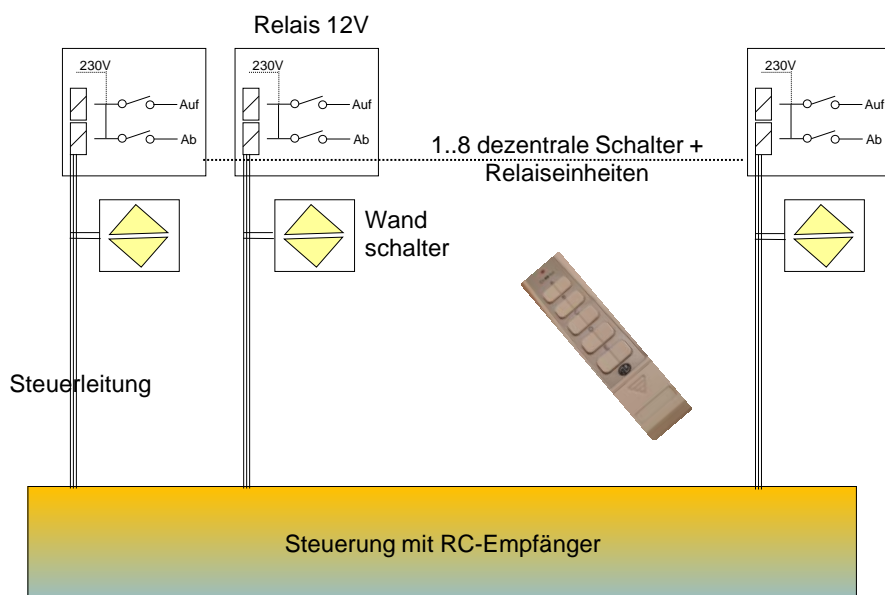
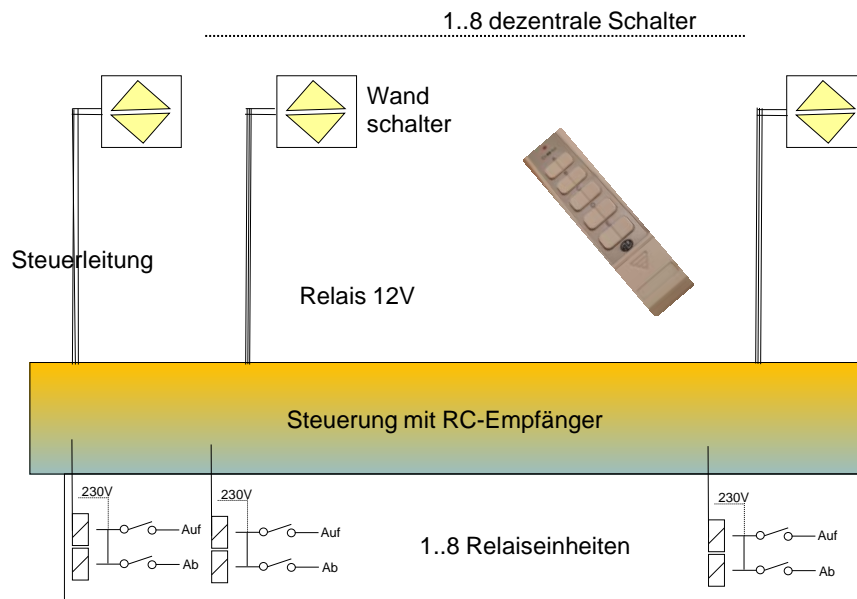


Abbildung 2: Variante 2 einer Hausverteilung von Steuerung und Sensoren/Aktoren



Rollladen-Steuerung Beschreibung

3 Mechanischer Aufbau

3.1 Zentraleinheit

Die Zentraleinheit ist nicht komplex und wurde auf einer Lochrasterplatte umgesetzt. Alle notwendigen Verbindungen von Anschlussbuchsen für Aktoren, Sensoren und Stromversorgung wurde über Platinen-Steckverbinder entkoppelt, um:

- a) Austausch bzw. Reparatur einfach zu bewerkstelligen
- b) Die Adaption an die bestehende Infrastruktur flexibel zu halten

Die Zentraleinheit wird von einem Aluminium-L-Profil getragen und wird so in das Gehäuse eingesetzt (Reichert: Kunststoffgehäuse - 250x200x64 mm, grau).

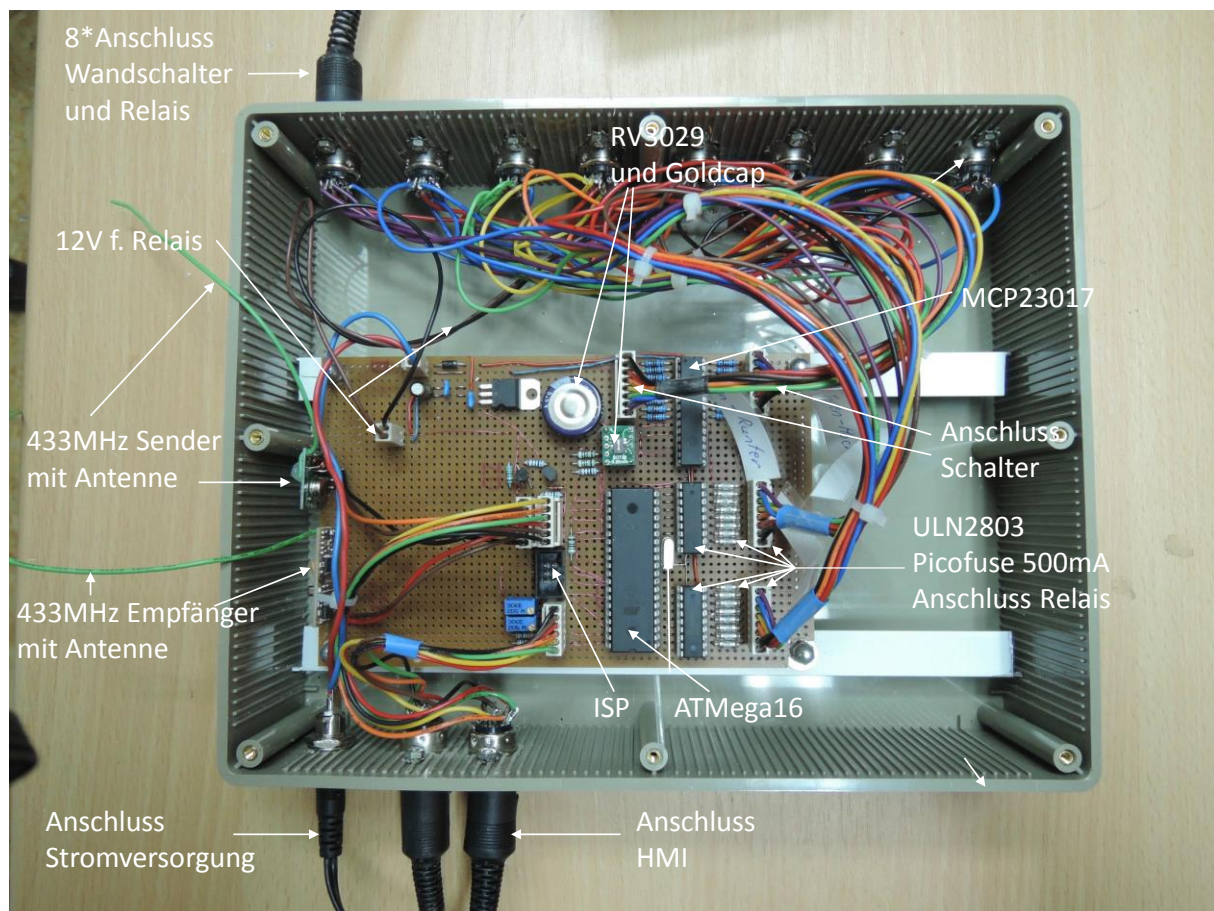
Über 8polige DIN-Buchsen sind Wandschalter und Relaiseinheit über Steuerleitungen mit der Zentraleinheit verbunden.

Eine 6-fach-DIN-Buchse ist für den Anschluss eines 2fach-Helligkeitssensors vorgesehen.

Eine 7-fach-DIN-Buchse ist für den Anschluss des HMI vorgesehen.

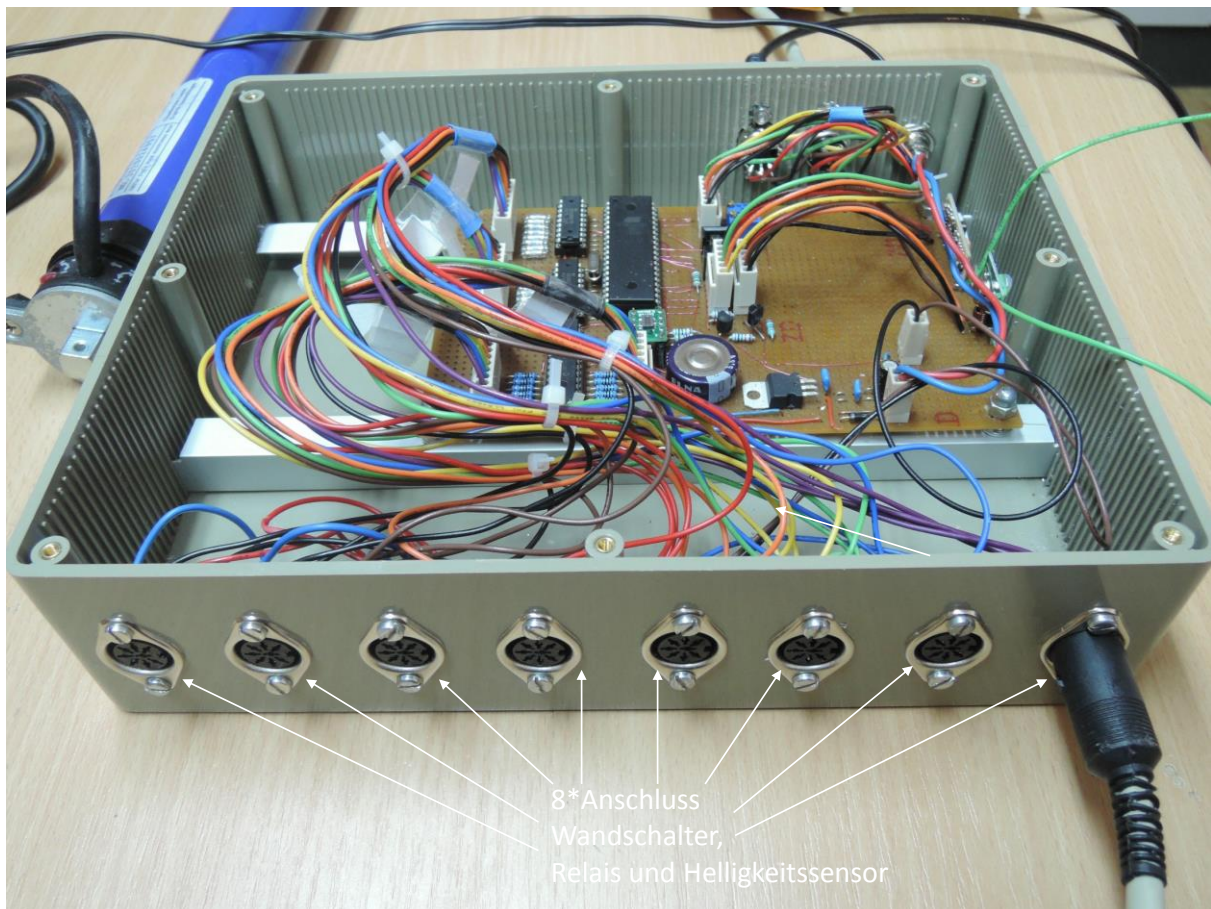
Die Spannungsversorgung von 12V erfolgt über ein Steckernetzteil. Dafür trägt das Gehäuse noch eine Hohlbuchse.

Abbildung 3: Draufsicht der Zentraleinheit



Rollladen-Steuerung Beschreibung

Abbildung 4: Seitenansicht der Zentraleinheit



Rollladen-Steuerung Beschreibung

Abbildung 5: Ansicht der Zentraleinheit mit angeschlossenem HMI und Simulator (siehe Kap. 9.4)

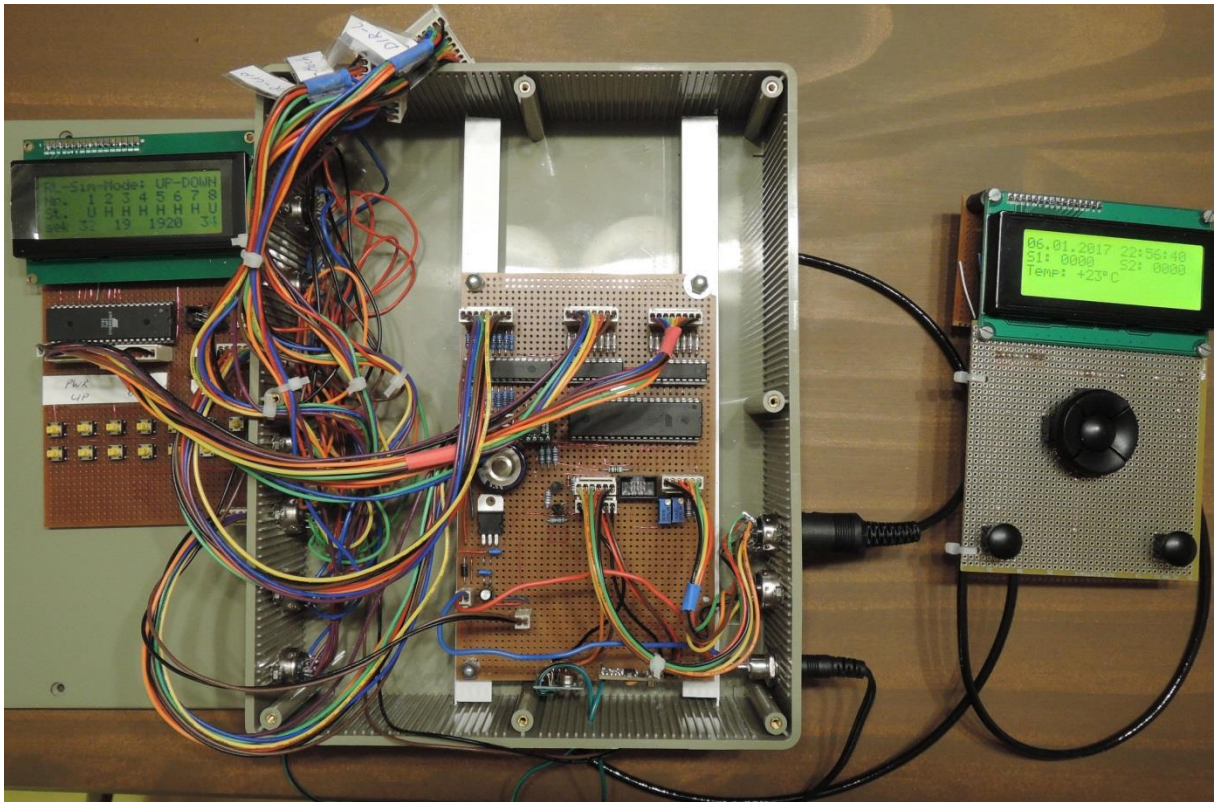
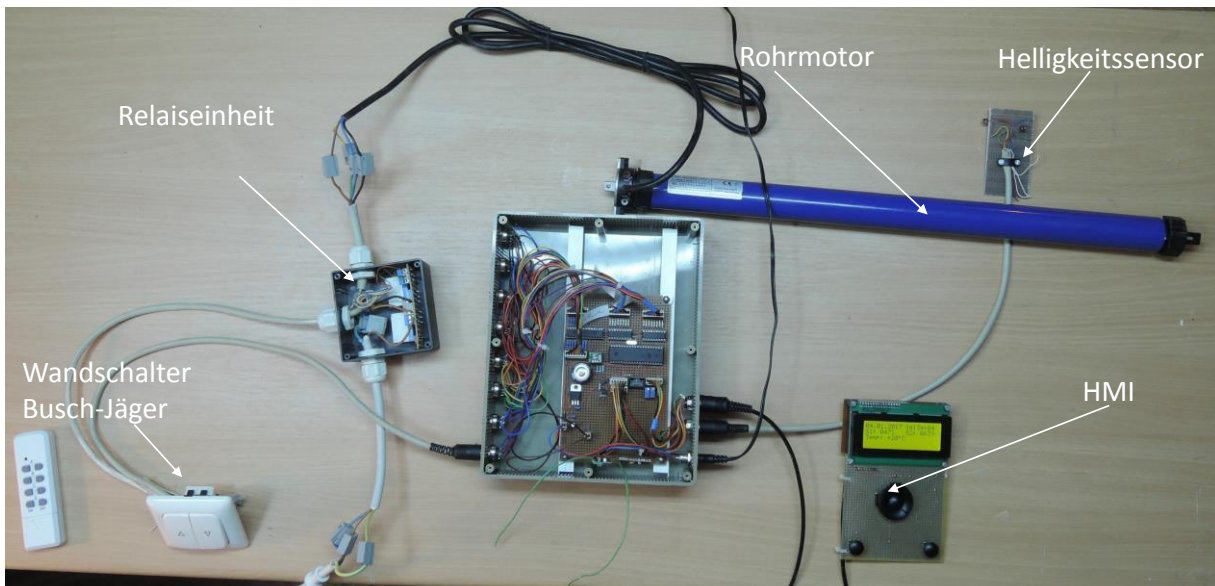


Abbildung 6: Testaufbau mit allen erforderlichen Einheiten (noch mit zentralem Helligkeitssensor)



Rollladen-Steuerung Beschreibung

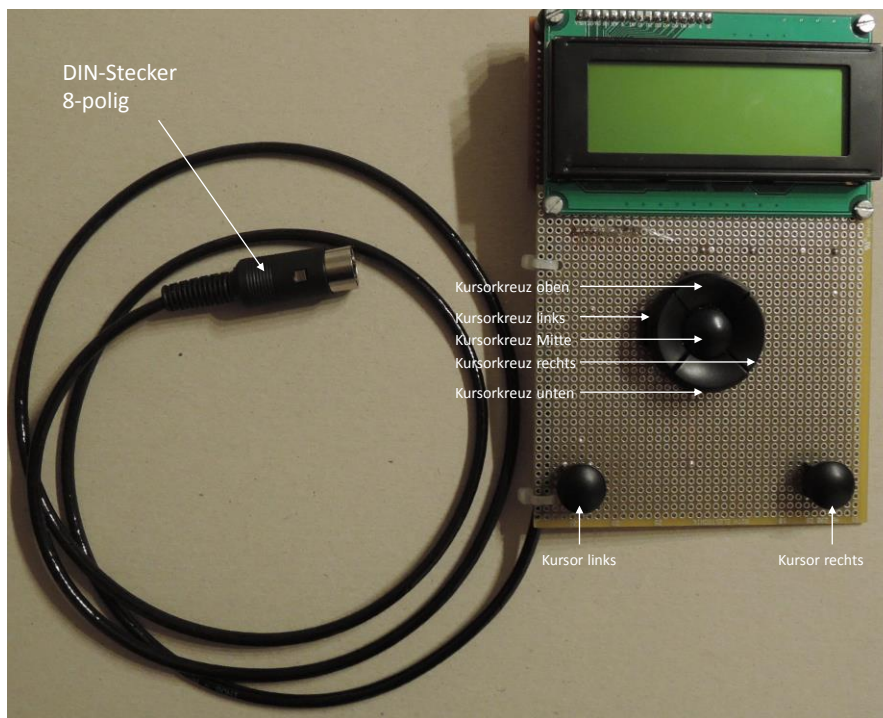
3.2 HMI

Das HMI ist abgesetzt und wird in ein separates Kunststoffgehäuse eingebaut.

Die tragende Einheit des HMI besteht aus LC-Display, Steuerplatine und einer Lochrasterplatte für das Keypad-Steuerkreuz mit zusätzlichen Tasten.

Der Anschluss an die Zentraleinheit erfolgt über eine ca. 1m lange flexible Steuerleitung (z.B. Pollin Best-Nr. 562462)

Abbildung 7: Ansicht des HMI



3.3 Relaiseinheit

In jedem Rollladenkasten befindet sich eine Relaiseinheit. Zusätzlich wird die Steuerleitung von der Zentraleinheit zugeführt sowie ortsnahe ein 230V Anschluss.

Wesentlicher Aspekt bei der Gestaltung der Relaiseinheit war, diese problemlos einbauen bzw. tauschen zu können. Daher werden außerhalb der Relaiseinheit alle zugeführten Leitungen über WAGO-Klemmen mit der gekapselten Relaiseinheit verbunden.

Die Relais werden auf einer Streifenleiterplatte getragen. Die Zuleitungen werden innerhalb der Relaiseinheit über Leiterplatten-Anschlussklemmen aufgelegt. Die Anschlussklemmen wurden so weit wie möglich an der Oberkante angelegt, damit eine sich etwaig lösende Zuleitung gegen den geschlossenen Plastikdeckel drückt und keinen unerwünschten Kontakt herstellen kann.

Für eine zügigste Zuführung von Steuerleitungen als auch NYM 3*1,5mm² bzw. NYM 4*1,5mm² wurden einheitlich PG11 Kabelverschraubungen verwendet.

Die Relaiseinheit ist berührungssicher in ein Kunststoffgehäuse (Pollin Best-Nr. 460207) eingebaut.

Rollladen-Steuerung Beschreibung

Abbildung 8: Ansicht Relaiseinheit

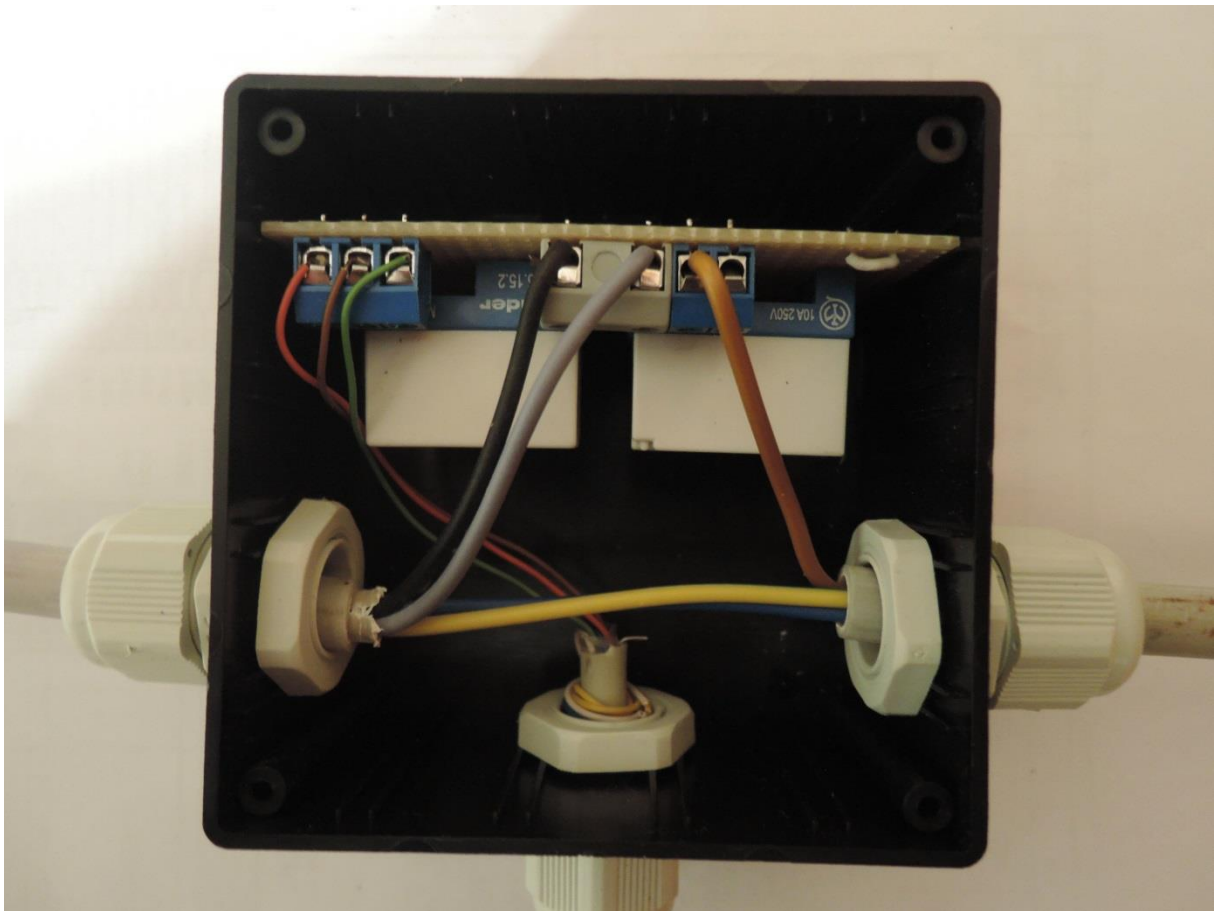
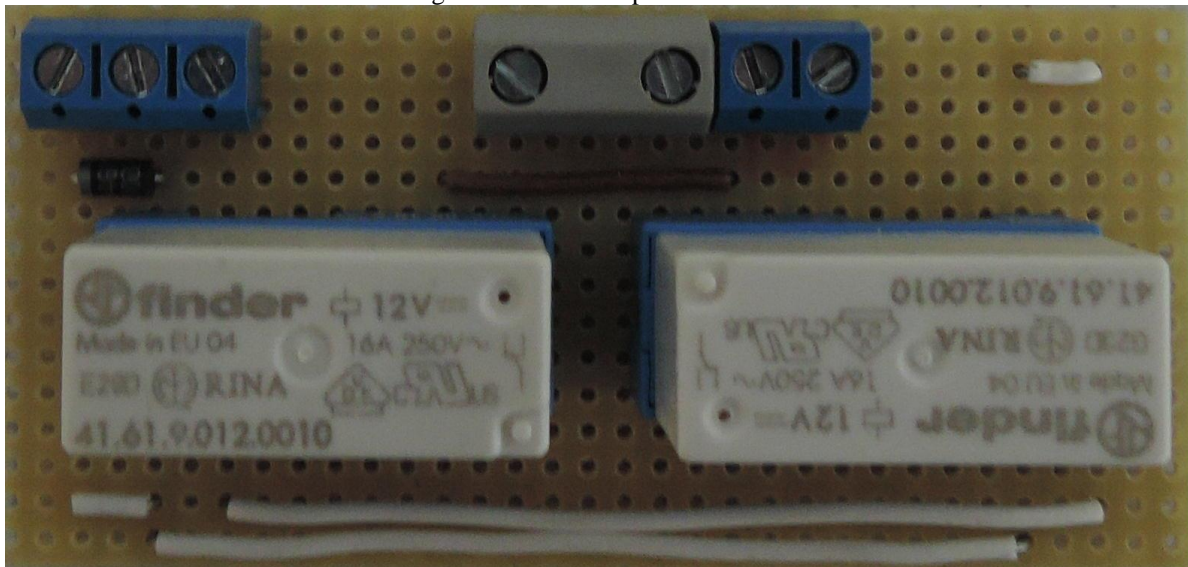


Abbildung 9: Ansicht Leiterplatte der Relaiseinheit



Rollladen-Steuerung Beschreibung

4 Elektronischer Aufbau

4.1 Beschreibung Zentraleinheit

Folgende Anforderungen bestehen an den zu verwendenden AVR-Controller:

- 16kB Flash
- 512 Byte EEPROM
- 1kB RAM
- 8 ADC-Kanäle
- TWI
- 1 Eingang Wandschalter MCP23017-Interrupt (nicht zwingend interruptfähig)
- 1 Eingang Keypad MCP23017-Interrupt (nicht zwingend interruptfähig)
- 1 Eingang HMI Erkennung (nicht zwingend interruptfähig)
- 1 flankengetriggelter Interrupteingang RC-Empfänger
- 1 Ausgang RC-Sender

Die Bedienung der Aktoren/Sensoren sollte für eine entsprechende Skalierbarkeit der Rollladensteuerung konsequent über I2C-Portexpander vom Typ MCP23017 erfolgen. Im ersten Ansatz wurde daher ein Atmega168 gewählt.

Im Einsatzfall sind maximal 8 Rollläden zu steuern. Der mechanische Aufwand ließ sich beim Einsatz eines Atmega16 besser gestalten, wobei die Aktoren anstelle MCP23017 über integrierte Ports des Atmega16 angesteuert werden. Es wird der Stromlaufplan für beide AVR-Lösungen beigelegt, der Code ist ebenfalls für beide Lösungen generierbar.

Zum Vergleich:

Punkt	Atmega168	Atmega16
HMI	Über TWI angesteuert	Über TWI angesteuert
Wallbutton UP	MCP23017 (Input)	MCP23017 (Input)
Wallbutton Down		
Aktoren	MCP23017 (Output)	PortA2, Port B und Port D
RTC	Über TWI angesteuert	Über TWI angesteuert

Weitere Erläuterungen beziehen sich auf die aktuell gepflegte Atmega16-Lösung.

Die Zentraleinheit wird über ein Steckernetzteil mit 12V versorgt. Zur Verpolsicherheit ist eine Schottky-Diode 1N5817 vorgeschaltet. Die Spannung von 12V wird zum einen für die Relaisansteuerung und den 433MHz Sender bereitgestellt und zum anderen über einen IC7805 auf 5V herabgesetzt, um die Zentraleinheit mit Spannung zu versorgen.

Für den Bezug von Datum und Uhrzeit wurde ein RV3029 gewählt. Dieser Schaltkreis hat bereits Quarz inklusive Temperaturkompensation integriert. Ein angeschlossener Goldcap einschließlich integrierter Erhaltungsladung sichert den Erhalt der Uhrzeit auch über längeren Netzausfall. Der RV3029 wird gemäß Applikationsvorgabe betrieben, Interrupts werden nicht genutzt.

Über den MCP23017 Portexpander werden die Auf/Ab Tasten eingelesen. Jede Änderung der Eingänge erzeugt eine Pegeländerung H→L, welche an PINC3 (PIND3 bei ATmega168) erfasst wird.

Zum Treiben der 12V Relais werden die Schaltkreise ULN2803 an Port B und D des Atmega16 angeschlossen, welche die erforderliche Beschaltung einschließlich Freilaufdiode integriert haben.

Für die Beschaltung des Helligkeitssensors wurden die Widerstandswerte so gewählt, dass möglichst der Helligkeitsbereich gespreizt ist und nicht der Dämmerungsbereich.

Die Fotowiderstände werden auf helles Sonnenlicht gerichtet und die Grenze von 1024 knapp eingestellt.

Das HMI nutzt einen MCP23017, wobei eine Bank als Eingang genutzt wird (Keypad-Tasten mit Kursorkreuz). Die zweite Bank des MCP23017 realisiert das Treiben des LC-Displays. Hierfür wurde die Bibliothek von Peter Fleury entsprechend angepasst.

Der Charme eines abgesetzten HMI besteht darin, dass dieses HMI nur für die Projektierung angesteckt werden muss und ansonsten nicht für den Betrieb der Zentraleinheit erforderlich ist. Durch den I2C Bus sind für den Betrieb des HMI nur 6 Leitungen erforderlich. Das HMI wird in einem separaten Gehäuse untergebracht und kann daher auch für andere AVR Projekte als "Handheld" erhalten. Ebenso sind Modifikationen, z.B. Nutzung eines Drehimpulsgebers anstelle Tasten oder ein intelligenter Mikrocontroller an Stelle des MCP23017 denkbar, ohne hierfür in die Hardware der Zentraleinheit eingreifen zu müssen.

Für die HF Technik bestand die Anforderung, dass die Funkbrücke zur Zentraleinheit quer durch das Haus zwei Betondecken durchdringen muss. Als sensibler Empfänger in der Zentraleinheit erwies sich der Typ RXB8.

Als leistungsstarker Sender wurde ein fertiges 433MHz Modul verwendet, welches mittels Amplitudenmodulation das Funktelegramm im On-Off-Keying Verfahren sendet und das Telegramm des Fernbedienungssender-Schaltkreises HS2262 nachbildet.

4.2 Fusebits

Die Fuses des Atmega16 sind abweichend vom Auslieferungszustand wie folgt geändert:

Highfuse: 0x81, LowFuse: 0x1F

Das entspricht:

- BrownOut-Detection: 4V
- External Crystal Oszillator 8..16MHz
- BrownOut Detection enabled
- Oscillator Amplifier Mode: large output swing
- EEPROM Memory is preserved while Chip Erase

4.3 Leistungsaufnahme

Dem 12V-Stecker-Netzteil wurde ein Leistungs-Messgerät vorgeschaltet. Dabei wurden folgende Werte gemessen:

Betrieb ohne HMI:	1,0W
Betrieb mit HMI, Backlight aus:	1,1W
Betrieb mit HMI, Backlight ein:	1,5W

5 Menüführung

Das HMI kann im laufenden Betrieb angesteckt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass etwaig laufende Rollläden gestoppt werden und die Zentraleinheit einen Restart durchführt. Da das HMI im Wesentlichen für die Inbetriebnahme gedacht ist, dürfte dieser Punkt vernachlässigbar sein, zumal eine andere Art der Schnittstelle (z.B. UART) das Mensch-Maschine-Interface in deren Umsetzung zu kompliziert gemacht hätte.

Es gibt keinerlei internen Programmereignisse in der Zentraleinheit, welche die Nutzung des LC-Displays beanspruchen. So wird zum Beispiel auf diverse Statusmeldungen verzichtet. Das LC-Display reagiert nur auf Tasteneingaben des HMI-Keypads.

5.1 Ausgeschaltetes Menu

Wenn das HMI angesteckt wurde, ist das Menu zunächst dunkel und es wird auf eine Tasteneingabe am Keypad gewartet.

Tastennutzung bei ausgeschaltetem Menu:

Taste	Funktion
“Kursorkreuz Mitte“ “Keypad Links“	Direkter Sprung in die Liveansicht der aktuellen Werte zwischen 3:00-9:00 Uhr wird auf die aktuelle Datumseite des Menus “Nachtverdunklung“ gesprungen und die aktuelle Zeit zum Hochfahren der Rollläden angeboten zwischen 16:00-23:00 Uhr wird auf die aktuelle Datumseite des Menus “Nachtverdunklung“ gesprungen und die aktuelle Zeit zum Herunterfahren der Rollläden angeboten
Alle anderen	Darstellung des Hauptmenus

5.2 Hauptmenu

Abbildung 10: HMI Hauptmenu



Im Hauptmenu können folgende Untermenüs ausgewählt werden:

- Nachtverdunklung
- Tagesabschattung

- Motor-Setup
- Schwibbogen (Weihnachtszeit)
- Zeitschaltuhr
- Einstellen von Datum und Uhrzeit
- Verschiedenes
- Liveansicht aktueller Werte (Datum, Uhrzeit, Helligkeitssensoren, RTC-Chiptemperatur)

Tastennutzung im Hauptmenu:

Taste	Funktion
“Kursorkreuz Oben“	Navigieren
“Kursorkreuz Unten“	Navigieren
“Kursorkreuz Mitte“	Selektion des aktuellen Menupunktes
“Keypad rechts“	Hauptmenu verlassen

5.3 Untermenus

In den Untermenus haben die Tasten prinzipiell folgende Bedeutung:

Taste	Funktion
“Kursorkreuz Links“	Zum nächsten Item links wechseln (ein Item ist in der Regel ein veränderbarer Wert)
“Kursorkreuz Rechts“	Zum nächsten Item rechts wechseln
“Kursorkreuz Oben“	Wert des Items um #1 vergrößern unter Berücksichtigung der Bereichsgrenzen
“Kursorkreuz Unten“	Wert des Items #1 verkleinern unter Berücksichtigung der Bereichsgrenzen
“Kursorkreuz Mitte“	Alle Werte des Untermenus speichern und in das Hauptmenu wechseln
“Keypad Rechts“	Werte im Untermenu wieder restaurieren und in das Hauptmenu wechseln
“Keypad Links“ lang	Zusammen mit “Kursorkreuz Oben“ oder “Kursorkreuz Unten“ den Wert des Items um #10 vergrößern oder verkleinern

Ausnahmen werden in den entsprechenden Untermenus erläutert.

5.3.1 Untermenu “Nachtverdunklung“

Für die Projektierung der Nachtverdunklung wird das Jahr wie folgt eingeteilt:

01.-14. Januar, 15.-31. Januar, 01.-14. Februar, 15. - 28(29). Februar, 01. – 14. März, usw.
Damit ergeben sich 24 Seiten.

Jeder Seite ist zugeordnet: eine in Relation zum Sonnenauf- und Untergang zugeordnete und projektierbare Zeit zum Hoch- bzw. Herabfahren der Jalousien, sowie die Räume, welche in diesen Zeitraum einbezogen werden sollen.

Die Hoch- bzw. Herabfahrzeiten vom 01.April – 31. Oktober werden unter Berücksichtigung der Sommerzeit angegeben, die restlichen Zeiten als Winterzeit.

Rollladen-Steuerung Beschreibung

Hinweis: zur Vereinfachung des Algorithmus erfolgt die automatische Sommer- bzw. Winterzeitumstellung jeweils am 1. April und 1. November in der Nacht um 1:00Uhr.

Abbildung 11: HMI Menu "Nachtverdunklung"

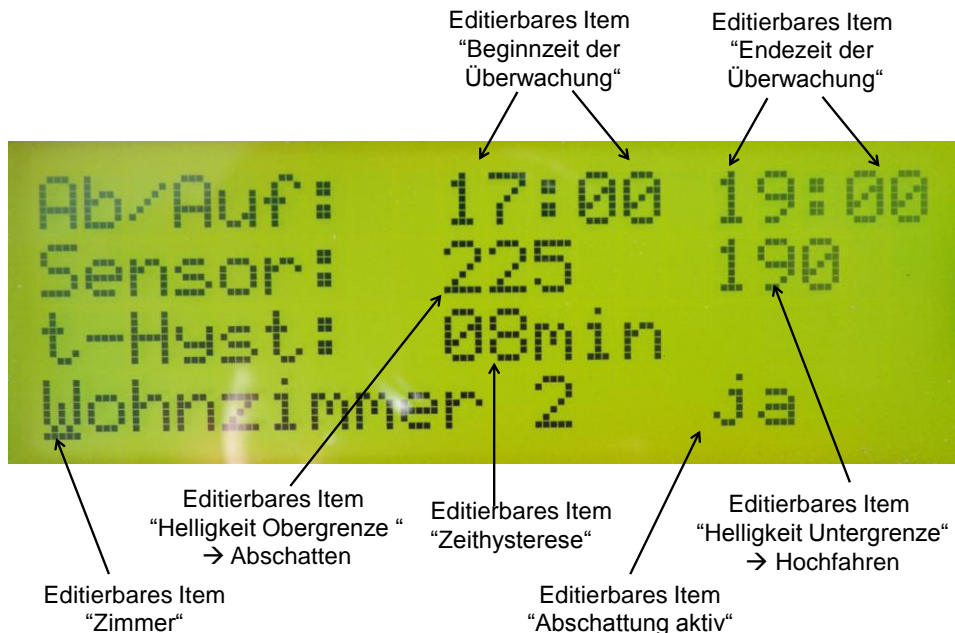


5.3.2 Untermenu "Tagesabschattung"

Für jeden Raum kann eine Tagesabschattung separat eingestellt werden. Die Projektierung dieser Tagesabschattung umfasst:

- den abzuschattenden Raum
- den Zeitraum
- Ober- und Unterwert des Helligkeitssensors
- Zeithysterese

Abbildung 12: HMI Menu "Tagesabschattung"



Rollladen-Steuerung Beschreibung

Die Betätigung eines dem kontrollierten Raum zugeordneten Wandschalters führt dazu, dass Anwesenheit angenommen wird und die Automatik der Tagesabschattung ab sofort für die verbleibende Tageszeit deaktiviert wird.

5.3.3 Untermenü “Motor-Setup“

In diesem Menü können die relevanten Parameter für jeden Rohrmotor eingestellt bzw. diese von der Zentrale gesteuert werden. Das sind:

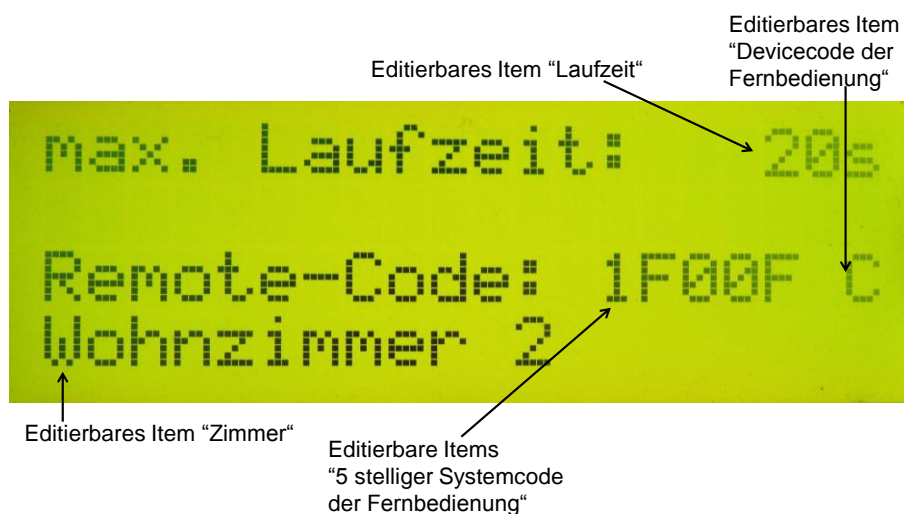
- Laufzeit für vollständiges Hoch- bzw. Herabfahren in Sekunden
- System- und Devicecode für die Ansteuerung mittels Fernbedienung (Compileroption siehe Kap. 8.2)

Der 5stellige Systemcode kennt jeweils 3 Zustände:

- 0 (entspricht DIL-Switch „On“)
- Floating (entspricht DIL-Switch „Off“)
- 1

Der Zustand 1 lässt sich herbeiführen, indem der entsprechende Pin des HS2262 Schaltkreises im Fernbediensender ohne Vorwiderstand auf V_{DD} gezogen wird. Der zugeordnete DIL Switch muss auf “Off” stehen, um einen Kurzschluss zu vermeiden. Durch eine Modifikation des FB-Senders kann zumindest das zufällige Steuern durch Sender im Nachbarbereich vermieden werden.

Abbildung 13: HMI Menü “Motor Setup“



5.3.4 Untermenü “Schwibbogen“

In diesem Menü werden Timer zur Ansteuerung von Schwibbögen in der Adventszeit definiert.

Die Timerbeschreibung besteht aus:

- Schaltdauer “Früh“
- Schaltdauer “Spät“
- RC-Code bestehend aus System- und Devicecode
- Festlegung von Fenstern, in denen ein Schwibbogen steht.
Für diese Fenster ist die Nachtverdunklung (Kap. 5.3.1) wie folgt definiert:
Auffahrzeit “Früh Ein“ (hier 05:30 Uhr) und Abfahrzeit “Spät aus“ (hier 22:30 Uhr)

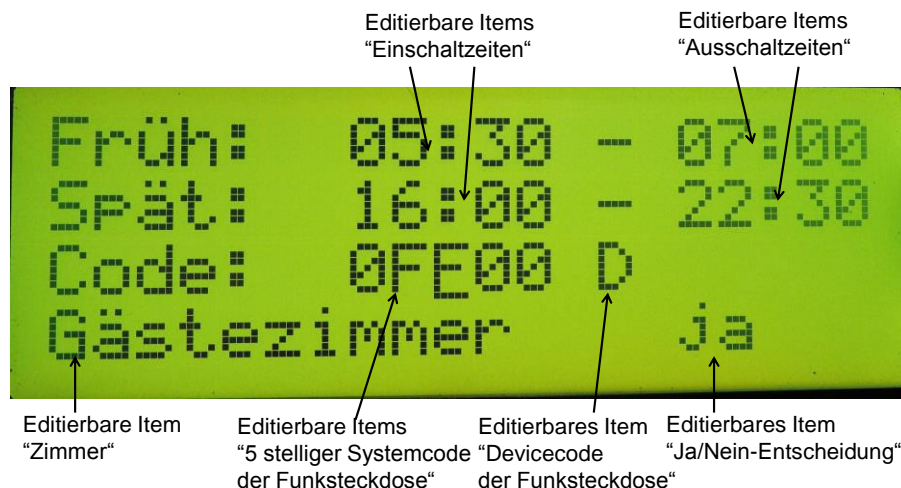
Der 5stellige Systemcode kennt jeweils 3 Zustände:

- 0 (entspricht DIL-Switch “On“)
- Floating (entspricht DIL-Switch “Off“)
- 1

Der Zustand 1 lässt sich herbeiführen, indem der entsprechende Pin 1..5 des HS2272 Schaltkreises in der Funksteckdose ohne Vorwiderstand auf V_{DD} gezogen wird. Der zugeordnete DIL Switch muss auf “Off“ stehen, um einen Kurzschluss zu vermeiden. Durch eine Modifikation der Funksteckdose kann zumindest das zufällige Steuern durch Sender im Nachbarbereich vermieden werden.

In der Funksteckdose ist der DIL-Schalter für genau einen Devicecode A-E auf ON zu setzen, die anderen auf OFF.

Abbildung 14: HMI Menü “Schwibbogen“



5.3.5 Untermenu „Zeitschaltuhr“

In diesem Menu werden 8 Timer zur freien Verwendung definiert.

Die Timerbeschreibung besteht aus:

- Wochentage, in denen der Timer wirksam ist
- Schaltdauer
- RC-Code bestehend aus System- und Devicecode

Der 5stellige Systemcode kennt jeweils 3 Zustände:

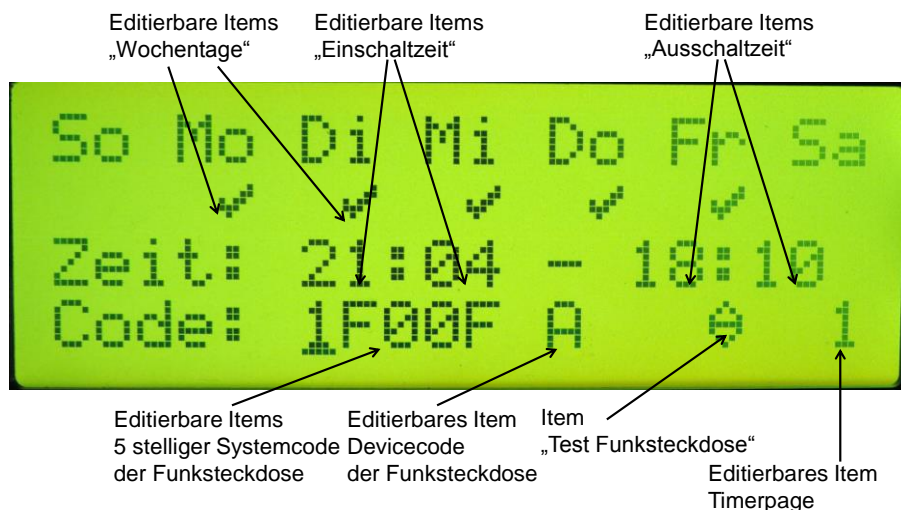
- 0 (entspricht DIL-Switch „On“)
- Floating (entspricht DIL-Switch „Off“)
- 1

Der Zustand 1 lässt sich herbeiführen, indem der entsprechende Pin 1..5 des HS2272 Schaltkreises in der Funksteckdose ohne Vorwiderstand auf V_{DD} gezogen wird. Der zugeordnete DIL Switch muss auf „Off“ stehen, um einen Kurzschluss zu vermeiden. Durch eine Modifikation der Funksteckdose kann zumindest das zufällige Steuern durch Sender im Nachbarbereich vermieden werden.

In der Funksteckdose ist der DIL-Schalter für genau einen Devicecode A-E auf ON zu setzen, die anderen auf OFF.

Wenn sich der Cursor auf dem Item „Test Funksteckdose“ befindet, kann die Funksteckdose mittels Taste „Kursorkreuz oben“ und „Kursorkreuz unten“ manuell angesteuert werden.

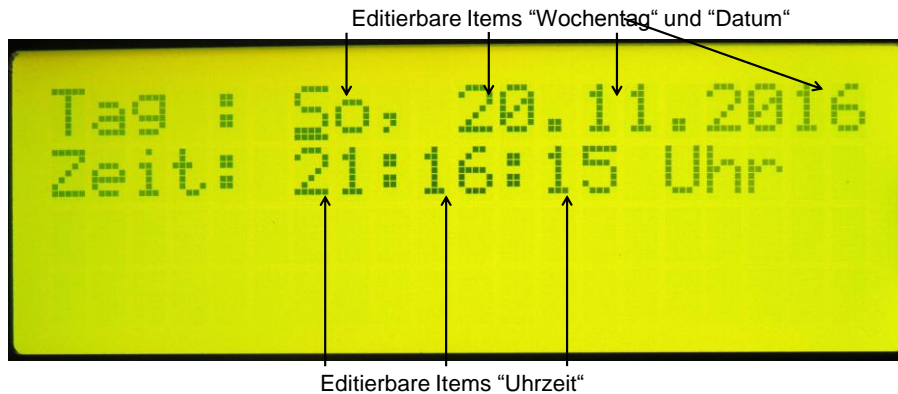
Abbildung 15: HMI Menu „Zeitschaltuhr“



5.3.6 Untermenu “Datum/Zeit setzen“

In diesem Menu werden Datum und Uhrzeit gesetzt. Es werden wie gewohnt alle Elemente eingestellt und auf Druck der Taste “Kursorkreuz Mitte“ werden alle Werte in die Real Time Clock übernommen. Es empfiehlt sich, eine Uhr zum genauen Setzen in Sichtweite zu haben.

Abbildung 16: HMI Menu “Datum/Uhrzeit setzen“



5.3.7 Untermenu “Verschiedenes“

In diesem Menu werden allgemeine Einstellungen vorgenommen. Dazu gehören:

- das Ein/Ausschalten der Funktion Nachtverdunklung
- das Ein/Ausschalten der Fernbedienung zur Ansteuerung der Rollläden (gilt nicht für Vorort-Setup)
- das Ein/Ausschalten des Adventmodes (Ansteuerung von Funksteckdosen zum Ein/Ausschalten von Schwibbögen und geänderte Auf-Abfahrzeiten von Rollläden, in denen Schwibbögen stehen)

Abbildung 17: HMI Menu “Verschiedenes“



5.3.8 Untermenü “aktuelle Werte“

Hierbei handelt es sich um kein Menü mit projektierbaren Werten, sondern es werden die aktuellen Werte von Datum, Uhrzeit, RTC-Chiptemperatur, zuletzt empfangener Fernbedienungs-Code sowie die jedem Rollladen zugeordneten Werte der Helligkeitssensoren angezeigt:

Abbildung 18: HMI Menü “aktuelle Werte“



Dieses Menü kann bei ausgeschaltetem LC-Display durch Druck auf “Kursorkreuz Mitte“ direkt zur Anzeige gebracht werden.

Mit den Tasten “Kursorkreuz oben“ und “Kursorkreuz unten“ kann man durch die Seiten blättern.

Der RC-Code, welcher von einem Sender empfangen wurde, ist wie folgt aufgebaut:

Byte 1:

00	00	00	00
sys_1	sys_2	sys_3	sys_4

Byte 2:

00	01	00	01
sys_5	dev_A	dev_B	dev_C

Byte 3:

00	01	01	00
dev_D	dev_E	On	Off

sys_1 bis sys_5 entsprechen dem Systemcode des DIL-Switches:

DIL-Switch "Off":	01
DIL-Switch "On":	00
DIL-Switch "Off" (Handsender-Modifikation erforderlich):	11

def_1 bis def_5 geben eine Aussage, welche Devicetaste (A..E) gedrückt wurde:

dev_x (x: A..E) nicht enthalten	01
dev_x (x: A..E) enthalten	00

On und Off geben eine Aussage, ob die "Ein" und/oder "Aus" -Taste eines Devices (A..E) gedrückt wurde:

"On" – Taste gedrückt	00
"On" – Taste nicht gedrückt	01
"Off" – Taste gedrückt	00
"Off" – Taste nicht gedrückt	01

Im Beispiel wurde als zuletzt der Fernbedienungscode "Device B aus" gesendet, wobei die DIL-Switches alle auf "On" stehen und damit den Syscode "00" generieren, siehe Literatur /9/.

6 Vorort-Setup

Ziele des Vorort-Setup sind:

1. Schnelle Übernahme aktueller Werte bezüglich eines Rollladens
2. Schnelle Übernahme aktueller Werte bezüglich der gesamten Einheit
3. Aktivieren bzw. Deaktivieren bestimmter Features ohne Zuhilfenahme des HMI

Um in den Vorort-Setup Modus zu gelangen, ist ein Auf-Wandtaster mehrfach und schnell zu drücken. Der zugehörige Rollladen befindet sich nun im Setup Mode und ist zu diesem Zeitpunkt nicht in die Automatik der Nachverdunklung eingeschlossen. Aktuelle Werte können für diesen Rollladen übernommen werden. Ebenso können globale Einstellungen der gesamten Einheit geändert werden.

Per default sind in diesem Modus die Parameterwerte für die Tagesabschattung einstellbar.

Überblick über einstellbare Parameter im Vorort Setup

Vorort-Setup "Nachverdunklung"		
(Einnahme durch gleichzeitiges Drücken von Taste "A-On" und Taste "A-Off")	Taste "A-On"	Diesen Rollladen in Nachverdunklung einbeziehen
	Taste "A-Off"	Diesen Rollladen aus Nachverdunklung ausschließen
	Taste "B-On"	Alle Rollläden zur aktuellen Zeit hochfahren (gilt für 15 Tage Slot, siehe Kapitel 5.3.1)
	Taste "B-Off"	Alle Rollläden zur aktuellen Zeit herunterfahren (gilt für 15 Tage Slot, siehe Kapitel 5.3.1)
	Taste "C-On"	Im Fenster für zu diesen Rollladen steht ein Schwibbogen – berücksichtige geänderte Nachtverdunklung zur Adventszeit
	Taste "C-Off"	Im Fenster für zu diesen Rollladen steht kein Schwibbogen – keine Berücksichtigung der geänderten Nachtverdunklung zur Adventszeit
	Taste "D-On"	nicht verwendet
	Taste "D-Off"	nicht verwendet
Vorort-Setup "Tagesabschattung"	Taste "A-On"	Diesen Rollladen in Tagesabschattung einbeziehen
(Einnahme durch gleichzeitiges Drücken von Taste "B-On" und Taste "B-Off")	Taste "A-Off"	Diesen Rollladen aus Tagesabschattung ausschließen
	Taste "B-On"	Endezeit der Tagesabschattung für diesen Rollladen
	Taste "B-Off"	Beginnzeit der Tagesabschattung für diesen Rollladen
	Taste "C-On"	Aktuellen Sensorwert zur Bewertung für das Hochfahren während der Tagesabschattung anwenden
	Taste "C-Off"	Aktuellen Sensorwert zur Bewertung für das Herunterfahren während der Tagesabschattung anwenden
	Taste "D-On"	Zeithysterese der Tagesabschattung um 1 Minute erhöhen
	Taste "D-Off"	Zeithysterese der Tagesabschattung um 1 Minute verringern
Vorort-Setup "Motor"	Taste "A-On"	nicht verwendet
(Einnahme durch gleichzeitiges Drücken von Taste "C-On" und Taste "C-Off")	Taste "A-Off"	nicht verwendet
	Taste "B-On"	nicht verwendet
	Taste "B-Off"	nicht verwendet
	Taste "C-On"	Diesen Rollladen während des Tastendrucks hochfahren
	Taste "C-Off"	Diesen Rollladen während des Tastendrucks herunterfahren
	Taste "D-On"	Jarolift Programmiermode auslösen
	Taste "D-Off"	Zeit in Sekunden übernehmen, nachdem der Rollladen komplett hochgefahren wurde (Taste "C-Auf")
Vorort-Setup "Global"	Taste "A-On"	Nachverdunklung für alle Rollläden aktivieren

Rollladen-Steuerung Beschreibung

(Einnahme durch gleichzeitiges Drücken von Taste "D-On" und Taste "D-Off")	Taste "A-Off"	Nachverdunklung für alle Rollläden deaktivieren
	Taste "B-On"	Fernbedienung für den regulären Betrieb aktivieren
	Taste "B-Off"	Fernbedienung für den regulären Betrieb deaktivieren
	Taste "C-On"	Einschalten Adventmode
	Taste "C-Off"	Ausschalten Adventmode
	Taste "D-On"	nicht verwendet
	Taste "D-Off"	nicht verwendet



Rollladen-Steuerung Beschreibung

7 Arbeitsweise bestimmter Features

7.1 Sommerzeit-Umschaltung

Mit Power-On wird an Hand des Datums und der Uhrzeit bestimmt, ob aktuell Sommer- oder Winterzeit vorliegt. Abweichend vom offiziellen Zeitpunkt erfolgt die Umschaltung auf Sommerzeit am 1. April um 01:00Uhr. Die Umschaltung auf Winterzeit erfolgt am 1. November um 1:00Uhr.

Im laufenden Betrieb erfolgt eine automatische Umschaltung zu den genannten Zeitpunkten. Dabei wird die Stunde für die Tagesabschattung entsprechend vor- oder zurückgestellt. Die Uhrzeit für die Nachtverdunklung wird nicht korrigiert, das heißt, die Datumszeiten für Hoch- bzw. Herabfahren sind zwischen 1. April und 31. Oktober als Sommerzeit einzustellen. Wenn zu einem beliebigen Zeitpunkt Datum und Uhrzeit gesetzt werden sollen, ist die aktuell herrschende Zeit (Sommer- bzw. Winterzeit), zu setzen.

7.2 Wandschalter / Fernbedienung

Ein kurzer Tastendruck auf einen Wandschalter führt dazu, dass der zugeordnete Rollladen auf- bzw. abfährt, längstens für die projektierte Zeit, welche im Untermenü "Motor Setup" hinterlegt ist.

Ein erneuter kurzer Druck auf dieselbe Taste hält den Rollladen an. Ein Druck auf die komplementäre Taste fährt den Rollladen in die Gegenrichtung unter Beachtung der erforderlichen Motor-Umschaltzeit und der projektierten Laufzeit im Motor-Setup.

Ein langer Tastendruck lässt den Rollladen nur solange fahren, wie die Taste anhaltend gedrückt wird.

Die gleiche Bedien-Philosophie gilt für die Nutzung einer Fernbedienung.

7.3 Arbeitsweise der Tagesabschattung

Innerhalb des eingestellten Zeitraumes wird zu jeder Minute der dem Fenster zugeordnete Helligkeitssensor bewertet.

Wenn dieser durchgängig über die eingestellte Zeithysterese kleiner als der eingestellte Mindestwert ist, wird der Rollladen hochgefahren.

Wenn dieser durchgängig über die eingestellte Zeithysterese größer als der eingestellte Maximalwert ist, wird der Rollladen bis knapp vor den Helligkeitssensor (Saugnapf) gefahren.

7.4 Rollladen-Sequentialisierung bei der Nachtverdunklung

Für das tägliche Hoch- bzw. Herabfahren der Rollläden wurde eine Sequentialisierung implementiert, um den plötzlichen Leistungsbedarf zu nivellieren. Die Rollladenmotoren werden mit einem Zeitversatz von 2 Sekunden gestartet.

8 Adaptionen durch den Anwender

Alle möglichen Adaptionen werden im File “_rl_cfg.h“ vorgenommen (Ausnahme ist die Wahl des verwendeten Prozessors)

8.1 Einstellen des Zielprozessors

Im Makefile wird eine 1-aus-2 Auswahl des Zielprozessors getroffen:

- `MCU_TARGET` = `atmega16`
- `#MCU_TARGET` = `atmega168pa`

Mit Auswahl des atmega168pa wird automatisch die Generiervariante eingestellt, wonach die Relais über MCP23017 angesteuert werden.

8.2 Setzen der RV3029 EEPROM Funktionsbits

Es ist freizuschalten:

```
#define RV3029_SET_EEPROM
```

Die RTC RV3029 verfügt über EEPROM-Konfigurationsbits, z.B. Freischalten des Trickle-Chargers, um eine Erhaltungsladung des Goldcaps zu sichern. Diese Bits müssen nur für einen Anlauf gesetzt werden. Daher generiert man den Programmcode mit der freigeschalteten Option, lädt den Code in den AVR und startet diesen. Anschließend sollte man das oben genannte define auskommentieren und den Programmcode erneut generieren und laden.

8.3 Test des 433MHz Funksenders

Es ist nachfolgendes Define freizuschalten und zu definieren:

```
#define RC_TEST_TX 0x5043
```

Der Hexcode beinhaltet den 5stelligen Systemcode und den Devicecode der zu testenden Funksteckdose:

01	01	00	00	01	00	0011
sys 1	sys 2	sys 3	sys 4	sys 5	---	dev

`sys_1` bis `sys_5` entsprechen den 5 DIL Switches der Funksteckdose für den Systemcode.
`Dev` entspricht den 5 DIL Switches der Funksteckdose für den Devicecode.

Diese sind wie folgt codiert:

Systemcode-DIL-Switch “Off“:	01
Systemcode-DIL-Switch “On“:	00
Devcode-DIL-Switch “A“:	0000
Devcode-DIL-Switch “B“:	0001
Devcode-DIL-Switch “C“:	0010
Devcode-DIL-Switch “D“:	0011
Devcode-DIL-Switch “E“:	0100

Mit der Freischaltung dieses Defines wird eine Funksteckdose im 2s Takt aus- und eingeschaltet. Die Funktion kann genutzt werden, wenn mit der Sendeantenne experimentiert wird, um die maximale Distanz zu ermitteln.

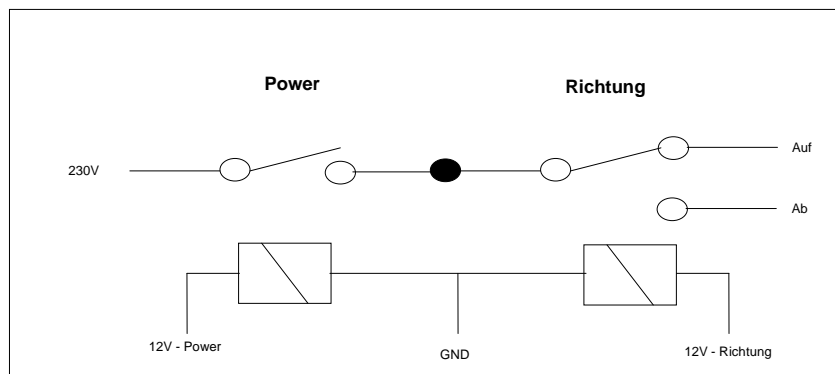
8.4 Modi bei der Relaisansteuerung

Es ist eine 1-aus-3 Auswahl nachfolgender Defines zu treffen.

```
//#define MOTOR_MODE_DIR_PWR
//#define MOTOR_MODE_UP_DOWN
#define MOTOR_MODE_UP_DOWN_JL_SETUP
```

Mode *MOTOR_MODE_DIR_PWR* definiert eine Serienschaltung von Power- und Richtungsrelais. Der Vorteil besteht darin, dass niemals Auf und Ab gleichzeitig geschaltet werden können.

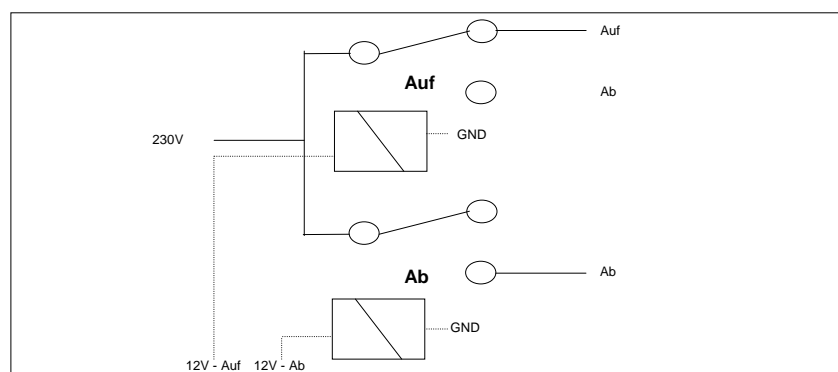
Abbildung 19: Relaisschaltung im Mode "MOTOR_MODE_DIR_PWR"



Mode *MOTOR_MODE_UP_DOWN* definiert eine Parallelschaltung von Auf- und Ab-Relais. Hier kann es zu einer Fehlschaltung kommen, falls Auf- und Ab-Relais gleichzeitig mit 230V versorgt werden.

Der Vorteil besteht jedoch darin, dass zum Beispiel beim Ausfall der Steuerung sehr einfach eine passive Backup-Lösung an deren Stelle zum Einsatz kommen kann. In diesem Fall kann jeder Wandtaster (Up/down) das zugeordnete Relais steuern.

Abbildung 20: Relaisschaltung im Mode "MOTOR_MODE_UP_DOWN"



Rollladen-Steuerung Beschreibung

Mode *MOTOR_MODE_UP_DOWN_JL_SETUP* entspricht dem vorherigen Mode, jedoch wird dabei der Jarolift-Programmiermode unterstützt, d.h. in der Programmierphase werden 230V gleichzeitig auf die Auf- und Ab-Phase des Rohrmotors gelegt, um die elektronische Limit Begrenzung zu setzen oder aufzuheben (siehe Kap. 0).

Für die Nutzung des Jarolift-Programmiermodes ist in der Bedienungsanleitung der entsprechenden Rohrmotoren nachzulesen.

8.5 Namen der Zimmer

Die Implementierung gestattet 8 Zimmernamen. Es lohnt sich aus verschiedenen Gründen nicht, diese projektierbar zu gestalten, daher sind sie fester Codebestandteil. Es ist zu beachten, dass die Länge von 14 Zeichen nicht überschritten wird. Für die Nutzung bestimmter Sonderzeichen helfen einschlägige Internetsuchen resp. Tests.

Die Namen sind wie folgt beispielhaft zu definieren:

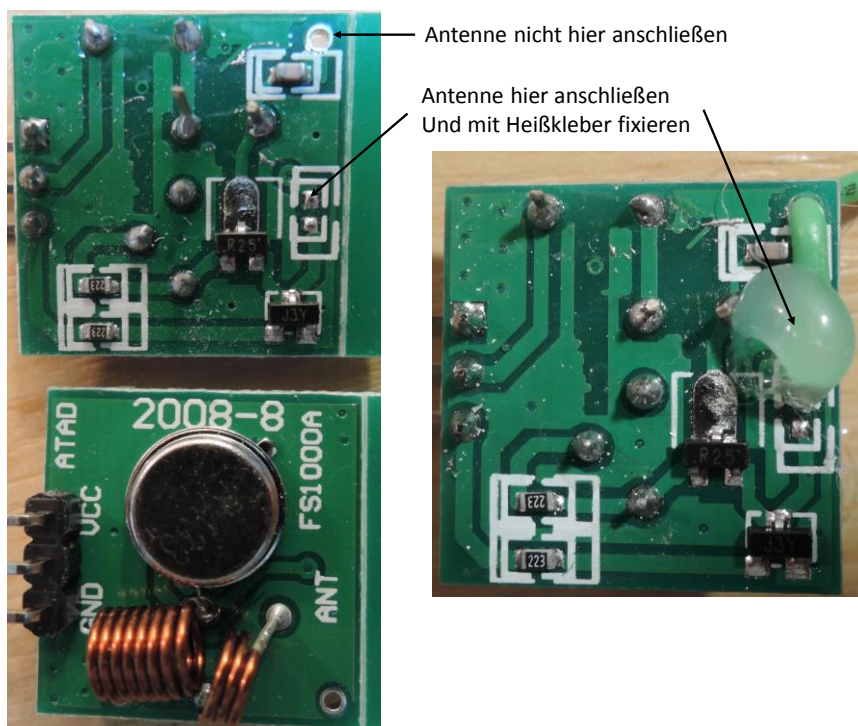
```
#define ROOM_1_NAME      "K\365che      "      /*Kueche*/
#define ROOM_2_NAME      "Wohnzimmer 1 "
#define ROOM_3_NAME      "Wohnzimmer 2 "
#define ROOM_4_NAME      "E\342zimmer      "      /*Esszimmer*/
#define ROOM_5_NAME      "Bad           "
#define ROOM_6_NAME      "G\341stezimmer  "      /*Gaestezimmer*/
#define ROOM_7_NAME      "Schlafzimmer "
#define ROOM_8_NAME      "Arbeitszimmer"
```

9 Aufbauhinweise

9.1 Antennenanschluss Transmitter-Modul

Es wurde ein herkömmliches 433MHz Transmittermodul verwendet. Beim Anschluss der Antenne am angegebenen Punkt wurde keine gute Sendeleistung erzielt. Daher wurde die Antenne abweichend angelötet mit dem Ergebnis, dass der Empfang diagonal durch zwei Betondecken (ca. 15m Luftline) problemlos möglich wurde.

Abbildung 21: TX-Modul und Anschluß der Antenne



9.2 Antenne

Sofern man nicht über geeignete Messinstrumente verfügt, ist Probieren angesagt, um die gewünschte Entfernung (im Rahmen des Machbaren) zu erreichen. Für den Empfänger wurde ein RXB8 Modul verwendet (Superhet-Empfänger) und eine ca. 35cm lange Litze verwendet. Für die Sendeantenne erwies sich ebenfalls eine ca. 35cm lange Litze als ausreichend.

9.3 I²C Bus

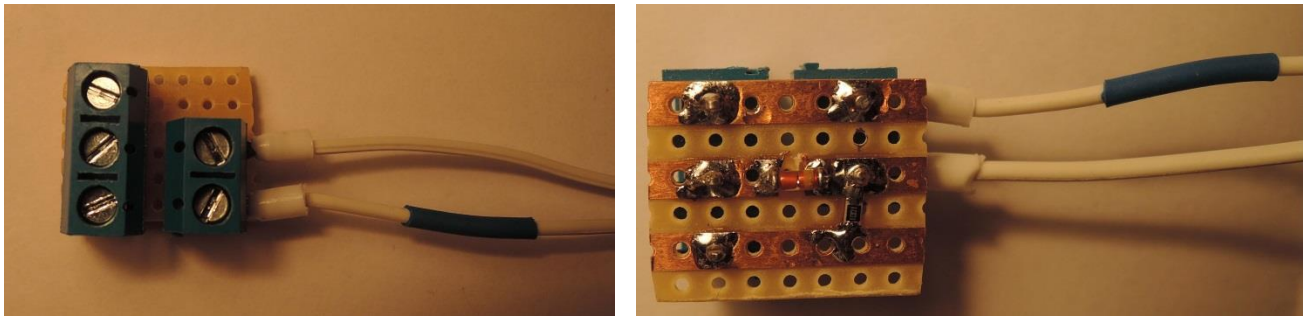
Das HMI wird über eine ca. 1m lange Steuerleitung angeschlossen. Es gab Probleme bei der maximal möglichen Baudrate von 400kBit/s. Daher wurden sowohl auf der Zentraleinheit als auch auf dem HMI I²C-Pullup-Widerstände von 3,3kOhm bzw. 5,1kOhm vorgesehen, wodurch der I²C Bus beidseitig abgeschlossen ist. Es musste zwingend Mikrofonkabel mit einzeln geschirmten Adern verwendet werden, ansonsten kam es zu Störungen.

9.4 Sonnensensor

Es werden Saugnapf-Sonnensensoren vom Typ “Vestamatic LS-1-GS“ für die Befestigung am Fenster verwendet. Diese sind mit einer Fotodiode ausgestattet. Die Beschaltung erfordert einen Anschluss der Fotodiode mit Anschluss Kathode an 2,4V (empirisch ermittelt) und Anode am Eingang des AD-Wandlers.

Bei den gewünschten Fenstern wird der Sonnensensor im Wandschalter angeschlossen. Weil dort die 5V Spannung nicht verfügbar ist (die Logikspannung sollte nicht flächig verteilt werden), wurde eine Adaption auf einer ca. 2cm*2cm großen Leiterplatte realisiert, welche die Spannung von 12V mittels 2,4V Zenerdiode heruntersetzt:

Abbildung 22: Aufbau Leiterplatte Sonnensensor



10 Rollladen-Simulator

Um die korrekte Ansteuerung der Relais vor dem Einbau der Rohrmotoren und den Programmablauf weitestgehend zu testen, wurde ein Simulator entwickelt.

Der Rollladensimulator wird anstelle der dezentralen Einheit aus Wandschalter und Relais über die Platinen-Steckverbinder mit der Steuerung verbunden. Die Eingänge des Simulators haben interne Pull-Up-Widerstände. Beim Durchsteuern zieht der ULN2803 die Eingänge des Simulators nach #0.

Der Simulator läuft auf einem separaten AVR und erfasst den Zustand der Rollläden ebenso wie fehlerhafte Übergänge in der Ansteuerung der Rollladen-Relais (z.B. wird die Missachtung der Relais-Erholzeiten erkannt). Für die Anzeige der entsprechenden Informationen kommt ein LC-Display zum Einsatz. Zusätzlich sind Mikrotaster vorgesehen als Nachbildung der Wandschalter.

Der Simulator hat beide Betriebsmodi zum Ansteuern der Relais implementiert:

- Parallel, angezeigt als UP/DOWN
- Seriell, angezeigt als PWR/DIR (Power-Direction)

Der aktive Mode wird im LC-Display angezeigt. Es wird zu jedem Rollladen-Motor der Betriebszustand und die letzte Laufzeit (Auf/Ab) in Sekunden angezeigt.

Der Zustand wird wie folgt dargestellt:

H: Halt

U: Updriving

D: Downdriving

P: Programming Mode (Jarolift Limit Setup)

E: Error

Wenn einmal "E" angezeigt wird, erfolgt ein Refresh erst nach einem Restart des Mikrocontrollers, damit dieser fehlerhafte Zustand sicher registriert werden kann.

Abbildung 23: Display des Rollladensimulators



Im Beispiel fahren gerade Rollläden 1 und 8 herunter. Rollläden 3 und 5 sind in der Vorgeschiebe für 19 bzw. 18 Sekunden gefahren.

11 Quellcode und dessen Copyright

Die Programmierung erfolgt in der Programmiersprache “C” unter Nutzung der AVR-GCC Toolchain V4.7.2 und der Eclipse “Oxygen.2” IDE.

Der größte Anteil des Quellcode wurde von mir selbst entwickelt.

Von Peter Fleury (<http://homepage.hispeed.ch/peterfleury>) wurde der I2C-Master Quellcode nahezu unverändert übernommen, ebenso wie der LC-Display Quellcode. Dieser wurde dahingehend geändert, dass das Display über einen MCP23017 Port-Expander getrieben wird. In die Initialisierungsroutine wurde das Laden von anwenderdefinierten Zeichen integriert sowie spezielle write-Routinen ergänzt.

Für Lese-/Schreibroutinen von/zum integrierten EEPROM wurde der Atmel-Applikationscode übernommen.

Die nachfolgende Tabelle gibt einen Überblick, welcher Programmcode wo zu finden ist:

Quelle	Inhalt
_rl_cfg.h	Definieren bestimmter Features durch den Anwender (siehe Kap. 8)
_rl_com.h	Exportheader
alm_manager.c	Zeitliche Überwachung bestimmter Events (Nachverdunklung, Tagesabschattung, Sommer-Winterzeit-Umschaltung)
eeprom.c	Code zum Schreiben/Lesen von/aus AVR – übernommen nach Atmel-Empfehlung ergänzt um eigene Routinen zum Lesen eines Variablenbereichs
hmi.c	Initialisierung des MCP23017 für HMI sowie zyklische Kontrolle hinsichtlich Ziehe/Stecken des HMI im laufenden Betrieb
i2cmaster.c/ i2cmaster.h	Peter Fleury C-Code für den TWI-Master
key.c	Low-Level-Handling der Keys (HMI und Wandschalter): Entprellung, Tastendrucktyp (kurz, lange, repeated, losgelassen..)
lcd.c/lcd.h	Peter Fleury C-Code für die LC-Display Ansteuerung mit Anpassungen
main.c	Hauptprogramm bestehend aus Initialisierung und main-loop, außerdem Timer-ISR
mcp23017.c	Low-Level Routinen für den MCP23017 Port-Expander
menu.c	Hilfsroutinen zur Unterstützung der Menüführung
menu_advent.c	Funktionen zum Untermenu “Schwibbogen”
menu_curr_value.c	Funktionen zum Untermenu “Aktuelle Werte”
menu_d_blind.c	Funktionen zum Untermenu “Tagesabschattung”
menu_dt.c	Funktionen zum Untermenu “Datum/Zeit setzen”
menu_main.c	Funktionen zum Hauptmenu
menu_misc.c	Funktionen zum Untermenu “Verschiedenes”
menu_motor.c	Funktionen zum Untermenu “Motor Setup”
menu_n_blind.c	Funktionen zum Untermenu “Nachtverdunklung”
motor.c	Treiberfunktionen für Motor-Relais
rc_common.c	Allgemeine Routinen für die Integration von Funkfernempfänger und -Sender
rc_rx.c	Routinen für die Integration eines Funkempfängers
rc_tx.c	Routinen für die Integration eines Funksenders (Zeitschaltuhr)
rl_data.c	Variablendefinition
rv3029.c	Low-Level Routinen für den RV3029 Real Time Schaltkreis
sensor.c	AD-Converter Routinen zur Bedienung des Helligkeitssensors
Service_mode.c	Code für Vorort-Einstellung diverser Parameter
wallbutton.c	Zustandsmaschine, welche die Handlungsweisen bei Druck eines Wandschalters (siehe Kap. 7.2) regelt
makefile	Beschreibung des Generierablaufs

Rollladen-Steuerung Beschreibung

12 Aktueller Stand der Arbeiten

Die Firmware-Implementierung beinhaltet den Stand der in diesem Dokument beschriebenen Funktionalität.

Die Funktion wurde mittels des parallel entwickelten Rollladen-Simulators nachgewiesen. Der Jarolift-Programmiermode wurde implementiert, Vorgabe war der Stromlaufplan des Jarolift-Setzkabels.

An zwei Fenstern wurden Helligkeitssensoren in Betrieb genommen.

Die Zentraleinheit wurde in Betrieb genommen und bedient 8 Rollläden.

13 Quellenangaben

1. AVR Atmega16, Atmel, Rev 2466T-AVR-07/10
2. AVR Atmega48-328, Atmel, Atmel8271J-AVR-Atmega-Datasheet_11/2015
3. AVR Atmega8515, Atmel, 2512K-AVR-01/10
4. AVR Codestyling, Atmel, AVR4027, Rev. 8453A-AVR-11/11
5. 8-Bit-AVR-Instruction Set, Atmel, 0856G-AVR-07/08
6. ULN2803, Datenblatt, SLRS049G –FEBRUARY 1997–REVISED JANUARY 2015
7. MCP23017 Datenblatt, © 2007 Microchip Technology Inc.
8. RV3029 Application Manual, Micro Crystal AG, Revision N°: 2.0, Date: March 2012
9. <http://avr.börke.de/Funksteckdosen.htm>

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Variante 1 einer Hausverteilung von Steuerung und Sensoren/Aktoren	4
Abbildung 2: Variante 2 einer Hausverteilung von Steuerung und Sensoren/Aktoren	5
Abbildung 3: Draufsicht der Zentraleinheit	6
Abbildung 4: Seitenansicht der Zentraleinheit.....	7
Abbildung 5: Ansicht der Zentraleinheit mit angeschlossenem HMI und Simulator (siehe Kap. 9.4)	8
Abbildung 6: Testaufbau mit allen erforderlichen Einheiten (noch mit zentralem Helligkeitssensor)	8
Abbildung 7: Ansicht des HMI	9
Abbildung 8: Ansicht Relaiseinheit	10
Abbildung 9: Ansicht Leiterplatte der Relaiseinheit	10
Abbildung 10: HMI Hauptmenu	13
Abbildung 11: HMI Menu "Nachtverdunklung"	15
Abbildung 12: HMI Menu "Tagesabschattung"	15
Abbildung 13: HMI Menu "Motor Setup"	16
Abbildung 14: HMI Menu "Schwibbogen"	17
Abbildung 15: HMI Menu „Zeitschaltuhr“	18
Abbildung 16: HMI Menu "Datum/Uhrzeit setzen"	19
Abbildung 17: HMI Menu "Verschiedenes"	19
Abbildung 18: HMI Menu "aktuelle Werte"	20
Abbildung 19: Relaisschaltung im Mode "MOTOR_MODE_DIR_PWR"	26
Abbildung 20: Relaisschaltung im Mode "MOTOR_MODE_UP_DOWN"	26
Abbildung 21: TX-Modul und Anschluß der Antenne	28
Abbildung 22: Aufbau Leiterplatte Sonnensensor	29
Abbildung 23: Display des Rollladensimulators	30