



Technische Dokumentation

für die Elektronikbaugruppe

Multifunktionsrelais MFR

Version 1.12

Dateiname: BA17-MFR.ZIP Ausgabe 01.12.2006

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Beschreibung der Baugruppe	3
2 Stromlaufplan	3
2.1 Steuermodul	3
2.2 Modulträger	5
3 Steuersoftware und Programmierung	5
4 Beschreibung der Anschlüsse	6
5 Hinweise zum PC-Anschluß	6
6 Allgemeines	7
6.1 Literaturverzeichnis	7
6.2 Dateienverzeichnis	7
6.3 Elektronische Bauelemente	8
6.4 Hinweise zu den Nutzungsrechten	8
6.5 Technische Hinweise	8
6.5.1 Ausdrucken der Dateien	8
6.5.2 Anfertigung von Leiterplatten	9
6.5.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen	9
6.5.4 Bauelementeauswahl	9

1 Beschreibung der Baugruppe

Relais gehören zu den ältesten elektromechanische Bauteilen in der Elektrotechnik und sind auch noch heute für bestimmte Anwendungsfälle die preiswerteste Lösung. Benötigt man jedoch mehr als das normale Schalten (z. B. ein Zeitrelais), ist dies auch mit höheren Kosten verbunden.

Als Alternative dazu soll eine Ansteuereinheit für (fast) jedes Relais vorgestellt werden, dessen Funktionalität industriell gefertigten Modulen ebenbürtig sein dürfte.

Mittlerweile sind Mikrocontroller (MC) der verschiedensten Hersteller preiswert zu erhalten und erschienen für diese Entwicklung eine optimale Lösung darzustellen. Die Relaisfunktion wird damit nicht per Hardware, sondern "programmtechnisch" realisiert. Entschieden wurde sich für den AT90S2313 der Firma ATMEL, da es für diesen Typ einfache Adapter zum Brennen und mit BASCOM [5] eine Entwicklungsumgebung (Basic-dialekt) gibt, mit der man in der Demoversion bis zu 4 kB große Programme schreiben und compilieren kann. Da der MC AT90S2313 nur 2 kB Programmspeicher besitzt und u. a. mit der Freeware TwinAvr [1] auch ein zweckmäßiges Brennprogramm zur Verfügung steht, kann jeder, der mit der Elektronik etwas vertraut ist, sich seine spezielles Relaisfunktion konfigurieren.

2 Stromlaufplan

2.1 Steuermodul

Die Schaltung des Steuermoduls, die auf einer doppelseitigen Leiterplatte (58 x 55 mm²) aufgebaut ist, besteht aus einer Spannungsstabilisierung, zwei potentialgetrennten unabhängigen Eingangskanälen, dem MC, einer LED-Statusanzeige, einem Transistor für die Ansteuerung des Relais, der Anschlußmöglichkeit an das Programmiermodul PRM [3] sowie einer Schnittstelle mit dem Erweiterungsport.

Vor dem Aufbau der Schaltung muß zunächst ermittelt werden, welche Daten (Spulenspannung und -strom) das ausgewählte Relais besitzt. Der Wert der Spulenspannung ist wichtig für die Dimensionierung der Stabilisierung der Versorgungsspannung (Z-Diode VD3) und beide Werte für die Auswahl des Schalttransistors VT2, der das Relais zuverlässig schalten soll. Die Schutzbeschaltung für den Transistor mit der als Freilaufdiode eingesetzten Diode VD5 sollte in jedem Fall ausreichend sein.

Welche der im Weiteren beschriebenen Komponenten (Anzeige, Testschalter, ...) man auf der Leiterplatte bestückt, hängt im Wesentlichen vom Einsatzfall der Baugruppe ab.

- Stromversorgung

Die im Schaltplan dargestellte Kombination R3, VD3 und VT1 dient der Spannungsstabilisierung. Die Eingangsspannung kann im Bereich DC 6-24 V liegen und muß, da mit ihr auch das Relais geschaltet wird, dem Wertebereich der Spulenspannung des Relais entsprechen. Bei Verwendung eines Relais mit einer Spulenspannung von 5 V funktioniert diese Schaltung nicht mehr, wenn man eine Eingangsspannung von DC 5V anlegt. Sollte das Relais nicht für eine maximale Spulenspannung von DC 6V ausgelegt sein, muß die Stabilisierung modifiziert werden. In diesem Fall wird Transistor VT1 nicht bestückt und die BE-Strecke gebrückt, für VD3 ein 4,3 V-Typ eingesetzt und der Wert vom Widerstand R3 auf 22 Ohm reduziert. Da der MC ab 4,0 V funktioniert, gibt es kein Problem mit der etwas reduzierten Betriebsspannung.

- Prüftaste

Für eine schnelle Überprüfung der Funktion des Bausteines ist die Prüftaste S3 vorgesehen. Mit ihr kann unabhängig vom Zustand der Eingangskanäle das Relais geschaltet werden. Dieser Zustand wird durch die rot blinkende LED VD4 angezeigt. Auch wechselnde Signalpegel an den Steuereingängen haben dann keinen Einfluß auf die Schaltlage des Relais.

Möchte man auch nach dem Einbau in das Hutschienengehäuse die Prüffunktion bereitstellen, kann man entweder eine Bohrung anbringen (zufällige Betätigung ausgeschlossen) oder eine Printtaste mit verlängerter Betätigungsachse verwenden.

Außerdem wäre es denkbar, die Prüftaste nicht nur mit der Funktion "Relais ein" zu belegen, sondern einen Timer zu starten oder eine programmierte Uhr mit der aktuellen Zeit zu synchronisieren.

- Eingangskanal

Die Eingangskanäle sind voneinander unabhängig. Wann und wie auf Eingangssignale reagiert werden soll, wird durch das Programm im MC festgelegt. Vor dem Compilieren müssen einige Einstellungen vorgenommen werden (z. B. Betriebsart, Boolesche Funktion für die Eingangskanäle, ...). Hierzu sollte man den Hinweisen folgen, die dazu im Quelltext gemacht werden.

Über die Bauteile R1/2 und VD1/2 werden die jeweiligen Optokoppler angesteuert. Die Widerstände werden so dimensioniert, daß bei der jeweiligen Ansteuerung ein Strom von ca. 10 mA durch den Optokoppler fließen kann, die Dioden dienen dem Verpolschutz. Die Transistoren der Optokoppler schalten bei Ansteuerung den jeweiligen Eingangskanal des MCs auf Masse. Details zur Konfiguration der Ports des MCs sowie Maßnahmen zur Kontaktentprellung vorgelagerter mechanische Kontakte können dem Quelltext des Programms entnommen werden. Parallel zur CE-Strecke der Optokoppler sind die Printtaster S1/2 angeordnet. Diese können für die Simulation der Signalpegel an den Steuereingängen genutzt werden.

- Mikrocontroller AT90S23113

Für den MC wurde einer der kleinsten aus der ATMEL-Serie ausgewählt. Einzelheiten zu Aufbau und Funktion können dem Datenblatt [2] entnommen werden. Der MC wird mit einer durch den Quarz Q1 (4,0 MHz) festgelegten Frequenz getaktet. Andere Quarzfrequenzen können auch verwendet werden. Dabei ist jedoch zu beachten, daß die Initialisierung des Timers (Systemtakt) angepaßt werden muß oder sich die initialisierten Zeiten ändern.

Sollten mehr Ein- oder Ausgangskanäle erforderlich sein, kann der Erweiterungsport (X5) genutzt werden. Alle freien Anschlüsse des MCs sind direkt auf ihn geführt.

Im Prinzip kann die Software auf jedem MC der ATMEL-Familie eingesetzt werden, wenn die Definitionsdatei angepaßt wird. Interessant wird dies zum Beispiel, wenn man zusätzlich analoge Signale verarbeiten möchte (z. B. Temperatur) und einen AVR der ATmega-Serie verwenden möchte. Das Layout der Leiterplatte muß dann jedoch angepaßt werden.

- Anzeige

In vielen Fällen wird es ausreichend sein, die anliegende Betriebsspannung und die Schaltstellung angezeigt zu bekommen. Für diesen Zweck ist die LED VD4 vorgesehen. Durch sie können drei Farben dargestellt werden. Benutzt man zusätzlich "Blinklicht" mit unterschiedlichen Zeiten, sind den daraus erwachsenen Kombinationen für die Anzeige kaum Grenzen gesetzt.

Für das MFR wurden folgende Festlegungen getroffen:

Die Anzeige "gelb" ist nur von Bedeutung, wenn das MFR mit einer Einschaltverzögerung programmiert ist.

- grün: Betriebsspannung liegt an, Relais nicht geschaltet
- gelb: Signaleingänge laut programmierter Boolescher Funktion
- rot : Relais geschaltet
- Blinken (rot/-) : Prüftaste betätigt

- Ansteuerung des Relais

Der Transistor VT2 dient als Leistungsschalter für das Relais. Da ein Ausgang des MCs nur mit maximal 10 mA belastet werden kann und die Spulenströme der Relais meist darüber liegen, macht sich dieses Schaltglied erforderlich. Zum Schutz des Transistors vor Überspannungsspitzen durch das Schalten der Relaispule (Induktivität) ist die Freilaufdiode VD5 vorgesehen. Sollte das einzusetzende Relais bereits über eine Freilaufdiode verfügen (z. B. bei einigen Reedrelais), muß darauf geachtet werden, daß es mit der richtigen Polarität über den Steckverbinder X3 angeschlossen wird, da ansonsten im geschalteten Zustand die Betriebsspannung über diese Freilaufdiode kurzgeschlossen wird.

Der realisierte Open-Collector-Ausgang durch den Transistor ermöglicht auch den Anschluß anderer Schaltelemente (Power-FET, Triac), bei denen kein Kontaktverschleiß zu erwarten ist. Bei gefährlichen Spannungen ist jedoch auf einen ausreichend großen Isolationswiderstand zwischen Steuer- und Laststromkreis zu achten (z. B. Einsatz von Optokopplern mit Triac-Ausgang).

2.2 Modulträger

Soll das MFR in ein Hutschienengehäuse mit 12 Anschlußklemmen untergebracht werden, kann der Modulträger MFR-M01 (85 x 30 mm²) verwendet werden. Dieser ist konstruktiv so gestaltet, daß er ein Relais des Herstellers FINDER (Vertrieb durch [4]) aufnehmen kann. An dieser Stelle soll darauf hingewiesen werden, daß außerdem auf der Leiterplatte ein 14-poliger Steckplatz für ein Reedrelais im DIL-Gehäuse zur Verfügung steht.

Für den Modulträger kann aus Kostengründen auch eine Lochrasterplatine zum Einsatz kommen, auf der die erforderlichen Verbindungen zu den Anschlußklemmen per Drahtbrücken realisiert werden.

3 Steuersoftware und Programmierung

Zur Erstellung der Software gibt es die verschiedensten Möglichkeiten, da mittlerweile für die AVR Entwicklungstools für C, Basic, Assembler und anderen Programmiersprachen unter Windows oder Linux verfügbar sind. Für jemanden, dem die Programmiersprache C geläufig ist, sollte sich zum Beispiel einmal WinAVR ansehen.

Etwas einfacher läuft es mit BASCOM, dessen Testversion zwar nur maximal 4 kByte Programmcode zuläßt, für einfache Steuerungsabläufe ist diese Größe sicherlich ausreichend. Mit BASCOM ist es zum Beispiel auch möglich, vor dem Compilieren des in einem Basicdialekt verfaßten Quellcodes eine bestimmte LCD-Anzeige auszuwählen. Ein Beispiel für den geringen Aufwand zur Programmierung kann dem beiliegenden Quelltext entnommen werden. An dieser Stelle soll erwähnt werden, daß sich bei BASCOM in den Quelltext auch Programmteile in Assemblercode einbinden lassen.

Genannt werden soll auch die Möglichkeit der Programmierung in Assembler. Vielleicht kann damit Quellcode erzeugt werden, der in Bezug auf die Codelänge eine optimalere Lösung darstellt, als bei Verwendung einer Hochsprache. Jedoch sollte man den Aufwand für die Erstellung des Quelltextes nicht unterschätzen.

Hat man seinen Quellcode geschrieben, kann es ans Testen gehen. Einerseits bieten Simulatoren die Möglichkeit, dies ohne den Aufbau einer Testschaltung durchzuführen. Andererseits gibt es bei den Simulatoren auch einige kritische Dinge, wo sie einfach überfordert sind und eine Anbindung an die reale Umgebung unerlässlich ist, als Beispiele soll hier der Timer- und Interruptbetrieb genannt werden. Laut Datenblatt ist zwar die Anzahl der möglichen Programmierzyklen eines MCs begrenzt, aber ob man jemals im Hobbybereich die angegebenen Grenzen überschreitet, möchte ich bezweifeln.

Da zur Zeit beim Autor (noch) keine Erfahrungen der Programmierung mit C oder Assembler vorhanden sind, können hier auch keine Erkenntnisse zur Programmierung der AVR mit den dazugehörigen Entwicklungstools vermittelt werden. Informationen dazu finden sich sicherlich in den einzelnen Programmbeschreibungen und dem Internet [6]. Die weiteren Hinweise beziehen sich daher alle auf den Einsatz von BASCOM.

Leider gibt es für BASCOM keine deutsche Bedienoberfläche. Mit ein wenig Ergeiz lernt man aber schnell, das Programm zu bedienen, da dem Entwicklungstool eine umfangreiche Hilfefunktion beigelegt ist. Neben den Menüs für die Einstellung verschiedener LCD-Anzeigen, Prozessortypen und anderen Dingen muß man sich auch für eine interne oder externe Software zum Brennen der MC entscheiden. Fast jede Software erfordert einen speziellen Adapter. Man muß sich also schon überlegen, auf welche Art und Weise man seine Steuerung programmieren möchte. Ebenso ist jeder besserer Eprombrenner in der Lage, AVR zu beschreiben.

An dieser Stelle soll kurz die Brennsoftware TwinAvr vorgestellt werden. Dabei handelt es sich um ein Freewareprogramm [1], was seit einiger Zeit auch in der Lage ist, die AVR der MEGA-Serie beschreiben zu können. Mit einigen Einstellungen ist es unter BASCOM direkt verfügbar.

Soll der MC außerhalb der Schaltung programmiert werden, kann jedes Programmiergerät verwendet werden, das die Möglichkeit besitzt, diesen Schaltkreistyp zu beschreiben.

Möchte man eine neuen Software aufspielen, ohne den MC aus der Schaltung zu entfernen (in-vivo-Programmierung), eignen sich nur solche Geräte, die die serielle Programmierung mit den Signalen Reset, MISO, MOSI und SCK unterstützen, da diese zusammen mit der Schaltungsmasse auf den Programmieran-schluß gelegt sind.

Dieser Steckverbinder ist so ausgelegt, daß über ihn direkt das Programmiermodul PRM [3] angeschlossen werden kann. Dieses bezieht seine Stromversorgung aus der Relaissteuerung und wird über ein 25-poliges Verbindungskabel mit der parallelen Schnittstelle eines PCs verbunden.

4 Beschreibung der Anschlüsse

Wird die Relaissteuerung zusammen mit dem Modulträger in einem 12-poligen Hutschienengehäuse untergebracht, gilt folgendes Anschlußschema:

Nr	Funktion	Erläuterung
1	Betriebsspannung	+Ub
2	Betriebsspannung*)	Masse_0
3	Ansteuerung 1	+Us_1
4	Ansteuerung 1*)	Masse_1
5	Ansteuerung 2	+Us_2
6	Ansteuerung 2*)	Masse_2
7	Kontakt 1-S	Schließer 1
8	Kontakt 1-M	Mittelkontakt 1
9	Kontakt 1-Ö	Öffner 1
10	Kontakt 2-S	Schließer 2
11	Kontakt 2-M	Mittelkontakt 2
12	Kontakt 2-Ö	Öffner 2

*) Die Betriebsspannung und die Ansteuerungen können auch eine gemeinsame Masse haben.

5 Hinweise zum PC-Anschluß

Bei sachgerechter Ausführung und Prüfung der Baugruppe vor Anschluß an die parallele Schnittstelle eines PCs gibt es keine Probleme.

Zu vermeiden ist der gleichzeitige Anschluß anderer Geräte an der gleichen Schnittstelle (z. B. ZIP-Laufwerk).

Ein Ausbilder meinte einmal: „Eine Schaltung, die auf Anrieb funktioniert, ist fehlerbehaftet!“ Nun, dies stimmt selbstverständlich in vielen Fällen nicht. Man ist aber trotzdem gut beraten, gewisse Vorsichtsmaßnahmen zu ergreifen. Hat man einmal Gefallen an der Programmierung der kleinen MC gefunden, wird dies sicherlich nicht die letzte Schaltung sein, die damit aufgebaut wird. In diesem Fall lohnt sich auf alle Fälle die Anschaffung einer zusätzlichen Schnittstellenkarte (paralleles Interface), die in einen Slot des PCs kommt. Sollte man dann mal ein falsches Netzteil anschließen oder mit dem Werkzeug abrutschen und einen Kurzschluß erzeugen, ist eventuell die Schnittstellenkarte defekt, aber auf keinen Fall der auf dem Board kaum austauschbare Chipsatz.

6 Allgemeines

6.1 Literaturverzeichnis

- [1] Walter, R.: Thema MC (AVR, Aufbau und Programmierung mit TwinAvr)
<http://www.rowalt.de>
 bzw. Beitragsreihe im Funkamateurl 2002/ 2003
- [2] (ohne): Datenblatt von Atmel f#r den AT90S2313
<http://www.atmel.com>
 ATMEL 8-bit with 2K Bytes In-System Programmable Flash
- [3] Bauer, I.: Funkuhr- modular aufgebaut
 siehe Homepage
 bzw. Funkamateurl 12/2004, Seite 1238
- [4] Fa. Reichelt: <http://www.reichelt.de>
- [5] BASCOM: www.mcselec.com
- [6] Infos zu MCs: <http://www.mikrocontroller.net>

6.2 Dateienverzeichnis

Im Verzeichnis haben die Abk#rzigungen folgende Bedeutung:

- MFR : Steuermodul
- MFR-M01 : Modul-Tr#ger Typ 01

F#r das Arbeiten mit der Dokumentation kann der kostenfreie Adobe Reader verwendet werden, da alle Dateien im *.pdf Format ver#ffentlicht sind:

Dateien der Dokumentation

- | | |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 01. MFR (001 Kurzinformation).pdf | Vorstellung der Elektronikbaugruppe |
| 02. MFR (002 Dokumentation).pdf | Dokumentation (ge#ffnet) |
| 03. MFR (003 Beschriftung).pdf | |
| 04. MFR (101 Stromlaufplan).pdf | |
| 05. MFR (102 St#ckliste).pdf | |
| 06. MFR (103 Best#ckungsplan).pdf | |
| 07. MFR (104 LP-L#tseite).pdf | Leiterplatte LS |
| 08. MFR (105 LP-Best#ckungsseite).pdf | Leiterplatte BS |
| 09. MFR-M01 (201 Stromlaufplan).pdf | |
| 10. MFR-M01 (202 St#ckliste).pdf | |
| 11. MFR-M01 (203 Best#ckungsplan).pdf | |
| 12. MFR-M01 (204 LP-L#tseite).pdf | Leiterplatte LS |

Programmbeispiele (Quelltext)

- | | |
|---------------------|--------------------------|
| 13. MFR (V 0.9).bas | Quellcode des Programmes |
| 14. MFR (V 0.9).hex | Programmdatei f#r den MC |

6.3 Elektronische Bauelemente

Für Elektronikamateure, die in Ihrer Nähe keinen Fachhandel für elektronische Bauteile haben oder denen die Bestellung, zum Beispiel beim Elektronikversand Reichelt (<http://www.reichelt.de>), für ein oder zwei Fehlerteilen zu aufwendig sein sollte, können wir (nur innerhalb von Deutschland) eventuell Hilfe bei der Beschaffung anbieten.

Das Angebot an Leiterplatten ist abhängig von der Nachfrage und der jeweiligen Baugruppe. Die Leiterplatten sind ein- oder zweiseitig, gebohrt und verzinkt, aber nicht durchkontaktiert.

6.4 Hinweise zu den Nutzungsrechten

Die Bauanleitungen (einschließlich eventueller Software) darf unter den folgenden Bedingungen frei kopiert oder weitergegeben werden:

- es darf kein Preis für die Dokumentation (*.zip) erhoben werden, außer einer angemessenen Kopiergebühr
- für einen kommerziellen Vertrieb der Baugruppen ist das Einverständnis der Autoren erforderlich
- die Verwendung von Teilen der Dokumentation in eigenen Publikationen ist erlaubt, sofern ein eindeutiger Hinweis auf die Quelle erfolgt
- eine eventuell der Baugruppe beigefügte Software kann als Shareware konzipiert sein; dann ist sie zeitlich nicht limitiert, besitzt jedoch nur in der registrierten Version ihren vollen Funktionsumfang

Die Registrierung der Software ermöglicht Ihnen, Hinweise über die neueste (eventuell fehlerbehebene) Version zu erhalten. Wir haben uns bemüht, fehlerfrei zu programmieren. Die Erfahrung mit vielen Programmen zeigt aber, daß Software der „Version 1.0“ selten fehlerfrei funktioniert.

Hardwarefehler sind auf Grund der Anfertigung von Mustergeräten weitestgehend ausgeschlossen; Maßabweichungen bei der Bestückung können durch verschiedene Bauformen der Bauelemente auftreten.

Sollten Sie glauben, einen Fehler gefunden zu haben, senden Sie uns bitte per Email folgendes zu:

- eine kurze, aber präzise Beschreibung für die Reproduzierbarkeit des Fehlers
- eine Beschreibung der eingesetzten Hard- und Software

Ohne diese Informationen ist eine Bearbeitung nicht möglich.

Einige Programme laufen unter Visual Basic (VB) der Versionen 4/ 5. Die jeweilige *.exe funktioniert daher nur unter Windows, wenn VB oder ein zusätzliches Softwarepaket mit den erforderlichen Dateien installiert ist.

Anwender, die darüber nicht verfügen, können sich eine Übersicht über die Funktionalität des Programms verschaffen. Das zusammengestellte Material beschreibt in Kurzform die Funktionalität der Software.

Da die entsprechenden Installationsroutinen für Anwender ohne VB recht groß sind (ca. 1 ... 5 MB), macht eine Verteilung über Online-Dienste kaum einen Sinn. In diesem Fall sollte per Email unter Angabe des Elektronikmoduls ein Informationsblatt angefordert werden.

In der Zukunft entstehende Programme werden mit der Programmiersprache PROFAN entwickelt, der Grund dafür hat mehrere Ursachen.

Für Baugruppen, in denen Mikrocontroller (AVR von Atmel) eingesetzt werden, dient als Programmiersprache BASCOM (Basicdialekt). BASCOM ist bis zu einer Programmgröße von 4 kByte ohne Einschränkungen verwendbar und unserer Meinung nach recht schnell zu beherrschen.

6.5 Technische Hinweise

6.5.1 Ausdrucken der Dateien

Der Ausdruck der Dateien sollte keine Probleme bereiten.

Im Gegensatz zu den Frontplattenbeschriftungen, die im Maßstab 1:1 vorliegen, sind die Leiterplattenzeichnungen der ersten Module im Maßstab 2:1 erstellt, was bei der Fertigung beachtet werden muß.

Für Leiterplatten jüngerer Datums wurde TARGET als Layouter verwendet. Nähere Informationen dazu auf der Homepage.

6.5.2 Anfertigung von Leiterplatten

Bei der Erstellung des Layouts der Leiterplatten wurde auf eine einfache Leitungsführung geachtet, so daß auch manuell gezeichnete Leiterplatten kaum Probleme bereiten.

6.5.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen

Sofern bei einer Baugruppe ein größeres Gehäuse verwendet wurde, handelt es sich um ein Kunststoff-Halbschalen-Gehäuse, was zum Beispiel über den CONRAD-Elektronikversand bezogen werden kann.

Diese Gehäuseform hat den Vorteil, daß mit geringem Aufwand eine ansprechende Frontplatte gestaltet werden kann. Die den jeweiligen Baugruppen beigefügten Datei „* (Frontplatte).pdf“ beinhaltet jeweils einen Vorschlag. Sie können auf entsprechenden Papier (nicht zu dickes verwenden) ausgedruckt und unter Verwendung eines Klebestiftes auf die Frontplatte geklebt werden. Nach dem Trocknen kann noch eine selbstklebende Transparentfolie aufgeklebt werden. Mit einer Rasierklinge lassen sich jetzt überstehende Papier- und Folienreste schnell entfernen. Entsprechend den Konturen kann nun gekörnt und vorhandene Ausschnitte mit einer Laubsäge angefertigt werden. Nach Montage der Bedienelemente und der Verdrahtung mit der Leiterplatte kann die Montage des Gehäuses durchgeführt werden.

Stecker- oder Hutschienegehäuse können vom gleichen Anbieter, Reichelt-Elektronik oder direkt vom Hersteller (BOPLA) bezogen werden.

6.5.4 Bauelementeauswahl

Bauelemente ohne besonderen Hinweis sind als Vorschläge zu verstehen. An diesen Stellen können natürlich Typen verschiedener Hersteller zum Einsatz kommen, sofern sich ihre elektrischen Parameter gleichen.

Weitergehende Erläuterungen und Hinweise zum Aufbau elektronischer Schaltungen werden als bekannt vorausgesetzt bzw. können aus entsprechenden Literaturquellen bezogen werden.

Anfragen, egal zu welcher Problematik, beantworten wir gerne per Email.

Viel Spaß beim Aufbau und Einsatz der Baugruppe wünscht Ihnen das

Amatronik Entwicklungsteam