



Technische Dokumentation

für die Elektronikbaugruppe

Punktmatrixanzeige PMA

Version 2.01

Dateiname: BA02-PMA.ZIP Ausgabe 02.01.2003

Inhaltsverzeichnis

	Seite
1 Beschreibung der Baugruppe -----	3
1.1 Anforderungen an die Schaltung-----	3
1.2 Stromlaufplan-----	3
1.3 Leiterplatte und Schaltungsaufbau -----	5
1.4 Zeichencodespeicher -----	6
2 Allgemeines-----	7
2.1 Literaturverzeichnis-----	7
2.2 Dateienverzeichnis -----	7
2.2.1 Dokumentation Hardware -----	7
2.2.2 Dokumentation Software -----	7
2.2.3 Dokumentation Sonstiges -----	7
2.3 Elektronischen Bauelemente -----	8
2.4 Registrierung der Software -----	8
2.5 Hinweise zu den Nutzungsrechten -----	8
2.6 Technische Hinweise -----	8
2.6.1 Ausdrucken der Dateien -----	8
2.6.2 Anfertigung von Leiterplatten -----	9
2.6.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen -----	9
2.6.4 Bauelementeauswahl-----	9

1 Beschreibung der Baugruppe

Neben der akustischen Signalisierung ist die optische Darstellung von Abläufen, Ereignissen oder Zuständen eine wichtige Schnittstelle zwischen Maschine und Mensch. Mit der Vorstellung der Baugruppe „Punktmatrixanzeige PMA“ soll eine Möglichkeit aufgezeigt werden, komplexe Symbole auch ohne die Verwendung des Systems „Computer“ darstellen zu können.

Viele der in der Literatur vorgestellten Lösungen für eine Punktmatrixanzeige sind nach Meinung des Autors in bezug auf die Darstellungsmöglichkeiten nicht flexibel genug, was teilweise auf die Verwendung einer 5x7 Matrix zurückzuführen ist. Einerseits werden spezielle Bauteile benötigt, die ein ziemlich großes Loch in den Geldbeutel reißen können, andererseits ist man schon bei der Realisierung einer Anzeige, die man auch aus einer größeren Entfernung ablesen möchte, auf industrielle Baugruppen angewiesen. Der im folgenden beschriebene Schaltungsvorschlag ist zwar zugegebenermaßen bis zur Realisierung mit einer Portion Fleiß verbunden, hat aber seine Flexibilität schon oft unter Beweis gestellt.

1.1 Anforderungen an die Schaltung

Folgende Punkte bestärkten die Entwickler in ihrem Vorhaben, eine universell einsetzbare Anzeigebaugruppe zu entwickeln:

- Darstellung einer großen Anzahl von Symbolen bzw. Zeichen durch die Verwendung einer 8x8-Punktmatrix, bei der jede Kombination der einzelnen Elemente möglich ist
- Möglichkeit des Umschaltens zwischen verschiedenen Symbol- und Zeichensätzen (EPROM-Einsatz)
- Beachtung von Optionen zur Einbindung des Moduls in eine mehrstellige Anzeige (Adressierung, Steuercode Zwischenspeicherung, Dunkelsteuerung)
- Erreichung eines minimalen Platzbedarfes der Baugruppe durch Trennung von Punktmatrix und Ansteuerung
- Ablesemöglichkeit aus größerer Entfernung durch die Verwendung von LEDs (Durchmesser: 5 mm)
- minimaler Bauelementeaufwand bei Verzicht auf Spezialbausteinen

1.2 Stromlaufplan

Das in der Datei „PMA (Blockschaltbild).pdf“ dargestellte Übersichtsbild dient zum besseren Verständnis des Stromlaufplanes (Datei „PMA (Stromlaufplan).pdf“). Funktionell läßt sich das Anzeigemodul in die Komponenten „Anzeige“ und „Steuerung“ aufteilen.

- Anzeigebaustein ANB

Mit dem Anzeigebaustein ANB wurde eine 8x8 Punktmatrixanzeige realisiert, die speziell für die Ansteuerung durch den Steuerungsbaustein STB konzipiert wurde. Dadurch läßt sich der Verdrahtungsaufwand zwischen diesen Baugruppen unter Verwendung von Sockelverbindern und Bandleitung flexibel gestalten. Neben der Verwendung der Leiterplatten für den Aufbau der Punktmatrixanzeige können auch vorgefertigte Anzeigen (z.B.: 17,33 mm hoch; 5x7 Matrix; rot; ca. 6,00 € aus dem RS-Katalog) verwendet werden, die eine geringere Darstellungshöhe haben. Bei Einsatz dieser Anzeigen ist jedoch auf die richtigen Verbindungen der Anoden und Katen zu achten. Der Vorteil solch einer Anzeige liegt darin, daß man für eine gleichmäßig leuchtende Anzeige die zum Einsatz kommenden LEDs in bezug auf ihre gleichmäßige Lichtemission bzw. der mechanischen Ausrichtung des Halbleiterkristalls nicht miteinander vergleichen muß.

Folgende Nachteile bei dieser Lösung gilt es zu beachten.

Neben der erforderlichen Änderung der im EPROM abgelegten Codierungstabelle für die Symbole/ Zeichen bei Verwendung einer vom 8x8 Aufbau abweichenden Matrix muß durch einen „Adapter“ die richtige Zuordnung der Zeilen- und Spaltensteuerung gewährleistet werden.

- Steuerungsbaustein STB

Dieses Modul kann in verschiedene Funktionsbereiche (Blockschaltbild) gegliedert werden, auf deren wesentlichen Kennzeichen im weiteren eingegangen werden soll.

Bei dem Steuerungsbaustein handelt es sich um eine digitale Baugruppe, deren Funktion von einem Systemtakt abhängig ist. Der dazu erforderliche Taktgenerator wird mit den Bauteilen D01.3, D01.4, R03 und C06 realisiert. Abhängig von der Dimensionierung ergibt sich eine Taktfrequenz von ca. 6 kHz. Von dieser, für einen flimmerfreien Betrieb der Anzeige eigentlich nicht erforderlichen hohen Frequenz, kann jedoch nicht abgewichen werden. Sollte es nämlich, aus welchen Gründen auch immer, zu einem Taktausfall kommen, wird unter Umständen die Anzeige statisch angesteuert, was zu einer Überlastung der jeweils aktiven Spalte führen kann. Um dieses Risiko zu minimieren, wird durch ein mit TTL-Gattern aufgebautes Monoflop (D01.1, D01.2, C04, C05, R02, R04) eine Taktüberwachung (Multiplexüberwachung) realisiert, die die Aktivzeit der LEDs einer Spalte bei einer Störung auf einen unkritischen Wert reduziert.

Für die Ansteuerung der Anzeige im Multiplexbetrieb sind synchronisierte Spalten- und Zeilensignale bereitzustellen. Dazu wird für die Spaltensignale ein Zählerbaustein (D04) verwendet, der durch die Diode VD01 und der Kombination aus R06 und C07 in seinem Zählumfang auf dezimal 8 beschränkt ist. Der an seinem Ausgang anliegende BCD-Code (aktive Spaltennummer) wird neben der Decodierung (D06) zu einem Dezimalwert zwischen 0 und 7 für die spaltensynchrone Bereitstellung der Zeileninformation genutzt.

Da die jeweils aktuelle Zeileninformation für eine Symboldarstellung neben der aktiven Spalteninformation auch die Informationen über den aktiven Symbol- bzw. Zeichensatz und den Eingangscode (0 bis 255 BCD-kodiert) erfordert, kommt mit dem EPROM (D03) ein Speicherbaustein zur Anwendung (Zeilencodespeicher). Über die Adresseingänge, die je nach Typ des Speicherbausteines eine unterschiedliche Anzahl von Symbol- und Zeichensätzen ermöglicht, wird diese logische Verknüpfung erreicht.

Wird zum Beispiel ein EPROM 2764 (8x8 kByte) als Speicherbaustein benutzt, bleiben nach Abzug der drei Adressleitungen für die jeweilige Spalteninformation eines Symbols/Zeichens und den 8 Adressleitungen für den Eingangscode zwei übrig, über die mit dem DIP-Schalter S01 (Bereichswahl) zwischen 4 Symbol- oder Zeichensätzen gewählt werden kann. Die Anzahl erhöht sich bei einem „27128“ auf 8 und bei einem „27256“ auf 16 (jeweils BCD-kodiert).

Um die nach den verschiedensten Technologien hergestellten Speicherbausteine verwenden zu können, schließt sich nach dem Zeichencodespeicher ein Zeilentreiber (D05) an. Neben der Pegelanpassung zwischen EPROM und den Transistorstufen werden über die Enabel-Eingänge Zusatzfunktionen realisiert (E1: Sperrung des ICs bei Systemtaktausfall, E2: Möglichkeit der Dunkelsteuerung der LEDs). Die sich an den Spaltendecoder bzw. Zeilentreiber anschließenden Transistorstufen dienen der Leistungsansteuerung der Anzeige. Dabei sind zur Begrenzung der Bauelementanzahl Transistoren unterschiedlicher Zonenfolge zum Einsatz gekommen, bei denen trotz der Betriebsspannung von $U_b = 5V$ eine ausreichenden Helligkeit bei den eingesetzten LEDs erzielt wird. Die Transistoren VT01 bis VT08 (nnp-Typ) übernehmen die Ansteuerung für die Zeilen (dabei ist je Zeile maximal eine LED anzusteuern), die Transistoren VT09 bis VT16 (pnp-Typ) übernehmen die Ansteuerung für die Spalten (dabei sind je Spalte maximal 8 LEDs anzusteuern).

Neben des eingesetzten LED-Types, (hier VQB 13 mit einem maximalen Nennstrom von 30 mA bei einer Flußspannung von ca. 1,5 V), können alle LEDs verwendet werden, die für einen, bedingt durch den Multiplexbetrieb, hohen Spitzenstrom geeignet sind. Bei Typen mit einem kleineren Nennstrom sollten die Werte für die Widerstände R06 bis R13 erhöht werden, um eine Überlastung der LEDs zu vermeiden.

Die Funktion des Schaltkreises D02 (Eingangsspeicher) besteht in der Zwischenspeicherung des Steuercodes für ein Symbol/Zeichen, was beim Einsatz der Anzeige in einem mehrstelligen System von Vorteil ist. Bei Verwendung in einem Einzelsystem können die Jumper der "Betriebsartenwahl" so gesetzt werden, daß diese Übernahme durch den Systemtakt des Moduls (Freischaltung über /OE vorausgesetzt) übernommen wird.

Über die Jumper der Betriebsartenwahl können folgende Einstellungen vorgenommen werden:

Steckplatz	Funktion	Jumper
X20	Übernahme des Zeichencodes in den Zwischenspeicher (L/H-Flanke)	<ul style="list-style-type: none"> - X20.02-X20.03 (Defaulteinstellung) Übernahme erfolgt mit dem Systemtakt - X20.01-X20.02 Übernahme erfolgt extern gesteuert
X30	Platinen-Select (L-aktiv)	<ul style="list-style-type: none"> - X30.02-X30.03 (Defaulteinstellung) Platine autonom im Einzelbetrieb - X30.01-X30.02 Selektierung erfolgt extern gesteuert
X40	Dunkelsteuerung	<ul style="list-style-type: none"> - X40.02-X40.03 (Defaulteinstellung) durch Verwendung des Systemtaktes erfolgt Reduzierung auf 50% - X40.01-X40.02 Anzeigehelligkeit 100% - kein Jumper externe Stellmöglichkeit

Bedeutung der im Stromlaufplan verwendeten Kurzbezeichnungen für die Signale:

Bus	Kennzahl	Kurzzeichen	Bedeutung
A	01	T	- L/H-Flanke bewirkt die Übernahme des Eingangscodes bei aktivem /OE in den Eingangsspeicher
A	02	Takt	- Systemtakt (ca. 6 kHz)
A	03; 04	/OE	- mit L-Potential Freigabe des Zeilenreibers (D05) bzw. der Selektierung des Eingangsspeichers (D02)
A	05 - 08	BW00 - BW03	- Wahl des EPROM-Bereiches für den Symbol/Zeichen-Code
A	09 - 16	ADR00 - ADR07	- Symbol/Zeichen-Adresse (1 Byte; 0-255) für das anzuzeigende Zeichen
A	17 - 19	MA00 - MA02	- Multiplex-Adresse (3 Bit; 0-7)
A	20	MÜ	- Überwachung des Multiplexbetriebes
A	21	SP	- Sperrung der Anzeige
B	01 - 08	RS00 - RS07	- Signale für die Zeilensteuerung
B	09 - 16	SS00 - SS07	- Signale für die Spaltensteuerung

1.3 Leiterplatte und Schaltungsaufbau

- Anzeigebaustein ANB

Neben dem Hinweis, daß Anzeigebausteine auch käuflich erworben werden können, sollen hier einige Bemerkungen zum manuellen Aufbau mit LEDs gegeben werden.

Die Größe der Leiterplatte beträgt 40 x 60 mm. Das Anschlußraster der LEDs mit einem Durchmesser von 5 mm beträgt 2,54 mm. Aber hier muß man aufpassen, da es zwei Arten von LEDs gibt. Bei der ersten Art beträgt der LED-Durchmesser durchgängig 5 mm. Bei vielen anderen LED-Typen schließt sich unten noch ein Bund an, so daß der Durchmesser 6 mm beträgt. Damit kann die normale Rasterung der Leiterplatte von 2,54 mm nicht mehr eingesetzt werden. Für diese Anwendungsfälle muß eine etwas größere Leiterplatte eingesetzt werden.

- Steuerungsbaustein STB

Die Leiterplatte, deren Größe 55 x 115 mm beträgt, ermöglicht den Aufbau des Steuerungsbausteines STB in einer kompakten Form. Je nach den individuellen Anforderungen muß an einigen Stellen entschieden werden, wie die Leiterplatte bestückt werden soll. Das betrifft z. B. die Schalter für die Einstellung des EPROM-Bereiches oder den Anschluß des Anzeigemoduls ANZ.

Neben den allgemeinen Hinweisen für die Bestückung von Leiterplatten soll noch auf folgendes hingewiesen werden. Die Bestückung der Schaltkreise beim Steuerungsbaustein STB sollte so erfolgen, daß die einzelnen Funktionen der Baugruppe gleich überprüft werden können. Folgende Reihenfolge sollte beim Aufbau gewählt werden:

- Transistortreiber für die Zeilen- und Spaltensteuerung
- Taktgenerator mit Multiplexüberwachung (D01)
- Spaltenzähler (D04)
- Treiber für die Zeilenansteuerung (D05)
- Decoder für die Spaltenansteuerung (D06)
- Zeichencodespeicher (D03) und Eingangsspeicher (D02)

Die Stromaufnahme der Schaltung bei der Betriebsspannung $U_e = 5V$ wurde unter den verschiedenen Betriebsarten wie folgt ermittelt:

Eingangsströme:

- a) ohne LED-Ansteuerung: $I_e = 130 \text{ mA}$
- b) LED-Ansteuerung mit halber Helligkeit: $I_e = 180 \text{ mA}$
- c) LED-Ansteuerung mit voller Helligkeit: $I_e = 250 \text{ mA}$

1.4 Zeichencodespeicher

An dieser Stelle sollen einige Ausführungen zum Zeichencodespeicher, der je nach dem Umfang der anzuzeigenden Symbole/ Zeichen, durch ein entsprechendes EPROM realisiert werden kann.

Die Anzeige ist als 8x8-Matrix aufgebaut, das bedeutet, 8 Spalten werden zeitlich nacheinander mit der entsprechenden Zeileninformation angesteuert. Das heißt, daß für jedes darzustellende Symbol 8 Byte Symbol/ Zeichencode definiert werden müssen. Das folgende Schema für den Buchstaben "T" soll dieses Prinzip verdeutlichen.

Zeile:

```

7 ++++++++
6 +000000+
5 +++00+++
4 +++00+++
3 +++00+++
2 +++00+++
1 +++00+++
0 ++++++++

```

Spalte: 012345678

Wird für jedes „+“ ein „L“ und für jedes „0“ ein „H“ definiert, ergibt sich für die erste darzustellende Spalte der Anzeige zu „LLLL LLLL“, für die zweite „LHLL LLLL“, u.s.w. Umgewandelt in einen Code, der im EPROM abgelegt wird, ergibt sich für ein darzustellendes „T“ folgender Code: 00, 40, 40, 7E, 7E, 40, 40, 00.

Zur Zeit sind folgende Zeichencodesätze bei Verwendung eines 8k Byte EPROMs möglich:

E.-Bereich	Adressen (dezimal)	Grundelemente	Inhalt
00	000 - 255	Punktmatrix	ASCI-Zeichensatz
01	000 - 015	7-Segment	Zifferndarstellung 0 ... 9, Hex-Darstellung A, b, c, d, E, F
10	000 - 255	7-Segment	Symboldarstellung 00-FF im 7-Segmentcode
11	000 - 005	Punktmatrix	Punktdarstellung für einen elektronischen Würfel

Folgende Vorschläge für den Anzeige-code sollen als Anregung dienen:

- Zustandsüberwachung von maximal 8 Datenleitungen (Binärcodeanzeige)
- verschiedene Varianten von Lauflicht/ Effektlucht
- alternative Ansteuerung von 16-Segment-Lichtschachtanzeigen
- Lottozahlengenerator

2 Allgemeines

2.1 Literaturverzeichnis

- | | |
|-----------------------|--|
| [1] Thiele, G.: | Zeichengenerator,
Amateurreihe electronica, Band 236, Seite 86 |
| [2] Bluhm, T.: | Siebensegmentanzeige- Baugruppe mit serieller Eingabe,
FUNKAMATEUR, Heft 1/1991, Seite 45 |
| [3] Lehmann, A.: | Ansteuerung von 16-Segment-Lichtschachtanzeigen,
FUNKAMATEUR, Heft 4/1990, Seite 186 |
| [4] Raduschewski, H.: | Programmierbares Lichteffectgerät,
FUNKAMATEUR, Heft 12/1985, Seite 609 |
| [5] Barsch, A.: | Alphanumerische Wochentagsanzeige durch Siebensegmentdisplays,
FUNKAMATEUR, Heft 11/1985, Seite 555 |
| [6] Maudrich, G.: | Achtstellige Multiplexanzeige mit Helligkeitsautomatik,
FUNKAMATEUR, Heft 7/1982, Seite 341 |

2.2 Dateienverzeichnis

Für das Arbeiten mit der Dokumentation ist der kostenfreie Acrobat Reader von Adobe erforderlich, da alle Dateien im *.pdf Format veröffentlicht sind:

2.2.1 Dokumentation Hardware

- | | |
|---------------------------------|--|
| 01. PMA (Kurzinformation).pdf | Ansicht der aufgebauten Elektronikbaugruppe |
| 02. PMA (Blockschaltbild).pdf | Blockschaltbild |
| 03. PMA (Dokumentation).pdf | Dokumentation (geöffnet) |
| 04. PMA (Leiterplatte STB).pdf | Leiterplatte Steuerungsbaustein
(Leiterbild Leiterseite, Bestückungsplan, Bohrplan) |
| 05. PMA (Leiterplatte ANZ5).pdf | Leiterplatte Anzeige 5 mm LED
(Leiterbild Leiterseite, Bestückungsplan, Bohrplan) |
| 06. PMA (Leiterplatte ANZ6).pdf | Leiterplatte Anzeige 6 mm LED
(Leiterbild Leiterseite, Bestückungsplan, Bohrplan) |
| 07. PMA (Stromlaufplan).pdf | Stromlaufplan |
| 08. PMA (Stückliste).pdf | Stückliste |

2.2.2 Dokumentation Software

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 01. PMA (Softwareinformation).pdf | Information zur Erstellung des Zeichencodes |
|-----------------------------------|---|

2.2.3 Dokumentation Sonstiges

- | | |
|--------------------------------------|---|
| 01. PMA (Epromcode, 4 Varianten).pdf | Tabelle mit Zeichencode für 4 Varianten |
|--------------------------------------|---|

2.3 Elektronischen Bauelemente

Für Elektronikamateure, die in Ihrer Nähe keinen Fachhandel für elektronische Bauteile haben oder mit der Elektronik noch nicht so vertraut sind, bieten wir (nur innerhalb von Deutschland) eine Hilfe an.

Das Angebot an Leiterplatten ist abhängig von der Nachfrage und der jeweiligen Baugruppe.

Anfragen beantworten wir gerne per Email.

2.4 Registrierung der Software

Bei den Baugruppen, die durch ein Softwaremodul unterstützt werden, erhalten Sie nach Zugang eines Verrechnungsschecks in einem Wert von 10,00 € eine Registrierungsnummer, mit der eventuelle Programmbeschränkungen aufgehoben werden.

2.5 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 beigelegte 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 selten keine Probleme aufzeigt. Hardwarefehler sind auf Grund der Anfertigung von Mustergeräten weitestgehend ausgeschlossen.

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.

2.6 Technische Hinweise

2.6.1 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.

2.6.2 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.

2.6.3 Gehäuse und Frontplattenbeschriftungen

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

Diese Gehäuseform hat den Vorteil, mit geringem Aufwand eine ansprechende Frontplatte zu gestalten. 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 der Frontplatte befestigt werden. Nach dem Trocknen wird eine selbstklebende Transparentfolie aufgeklebt. 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 erfolgter Montage der Bedienelemente und der Verdrahtung mit der Leiterplatte kann die Montage des Gehäuses erfolgen.

2.6.4 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.

Viel Spaß beim Aufbau und Einsatz der Baugruppe wünscht Ihnen das

Amatronik Entwicklungsteam