

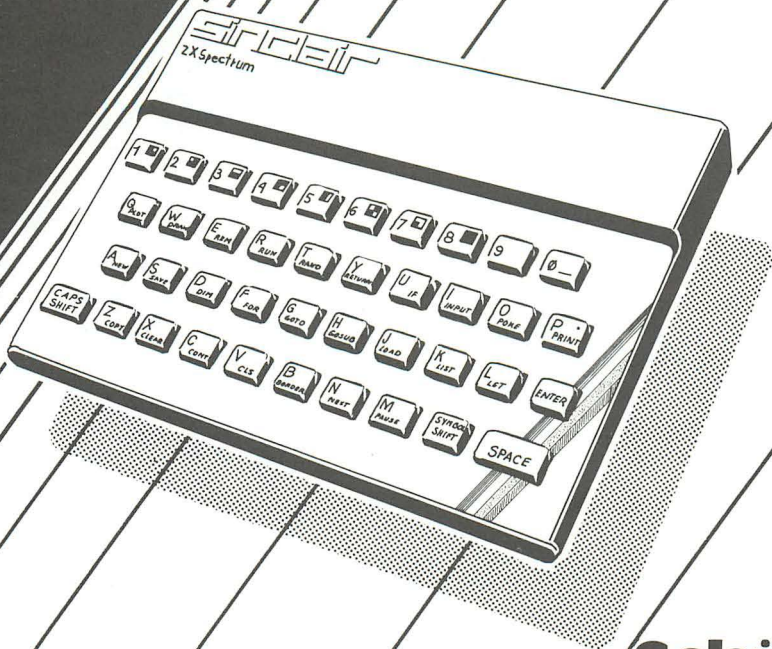
Schüssler

ZX

Spectrum

Hardware-Erweiterungen

EIN DATA BECKER BUCH



Schüssler

ZX

Spectrum

Hardware-Erweiterungen

EIN DATA BECKER BUCH

ISBN 3-89011-063-0

Copyright (C) 1984 DATA BECKER GmbH
Merowingerstr. 30
4000 Düsseldorf

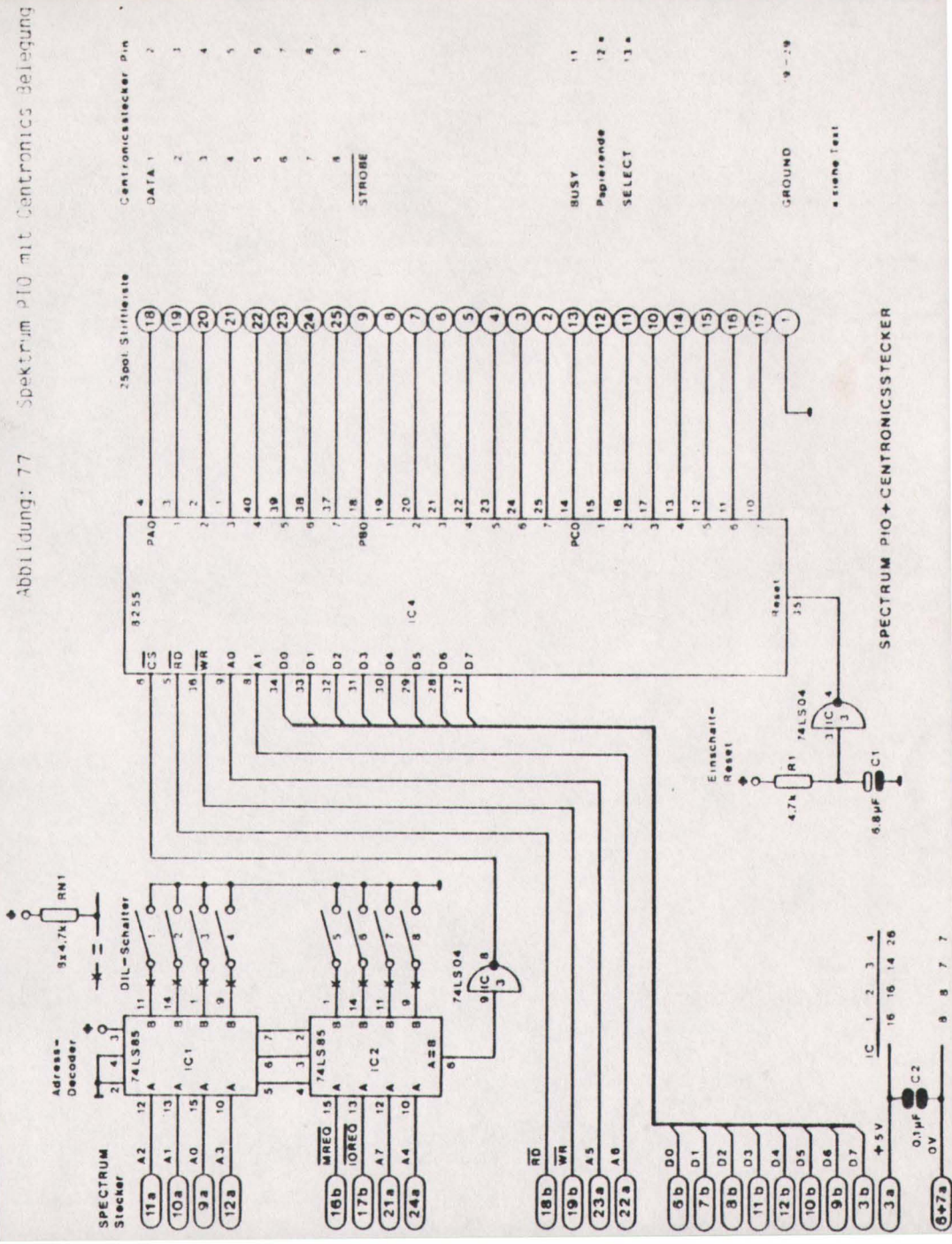
Alle Rechte vorbehalten. Kein Teil dieses Buches darf in irgendeiner Form (Druck, Fotokopie oder einem anderen Verfahren) ohne schriftliche Genehmigung der DATA BECKER GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

Wichtiger Hinweis

Die in diesem Buch wiedergegebenen Schaltungen, Verfahren und Programme werden ohne Rücksicht auf die Patentlage mitgeteilt. Sie sind ausschließlich für Amateur- und Lehrzwecke bestimmt und dürfen nicht gewerblich genutzt werden.

Alle Schaltungen, technische Angaben und Programme in diesem Buch wurden von dem Autor mit größter Sorgfalt erarbeitet bzw. zusammengestellt und unter Einschaltung wirksamer Kontrollmaßnahmen reproduziert. Trotzdem sind Fehler nicht ganz auszuschließen. DATA BECKER sieht sich deshalb gezwungen, darauf hinzuweisen, daß weder eine Garantie noch die juristische Verantwortung oder irgendeine Haftung für Folgen, die auf fehlerhafte Angaben zurückgehen, übernommen werden kann. Für die Mitteilung eventueller Fehler ist der Autor jederzeit dankbar.

Abbildung: 77 Spektrum PIO mit Centronics Belegung



Centronicsstecker	Pin
DATA 1	2
DATA 2	3
DATA 3	4
DATA 4	5
DATA 5	6
DATA 6	7
DATA 7	8
DATA 8	9
STROBE	1

BUSY	11
Papierende	12
SELECT	13

GROUND 19-20
siehe Test

SPECTRUM PIO + CENTRONICSSTECKER

INHALTSVERZEICHNIS

1.	Einleitung.....	1
2.	Platinenherstellung.....	3
3.	Der ZX Spektrum.....	4
4.	ZX Spektrum Erweiterungsstecker.....	12
5.1.	ROM - Speicher.....	26
5.2.	PROM - Speicher.....	31
5.3.	RAM - Speicher.....	35
5.3.1.	statischer RAM.....	35
5.3.2.	dynamischer RAM.....	41
5.4.	EPROM - Speicher.....	51
6.	Parallel-In-Out-Interface (PIO).....	59
6.1.	Aufbau der PIO.....	59
6.2.	Betriebsarten der PIO.....	65
6.2.1.	Betriebsart 0 (Standard Ein-Ausgabe).....	68
6.2.2.	Betriebsart 1 (Ein-Ausgabe mit Quittung).....	72
6.2.3.	Betriebsart 2 (bidirektional).....	77
6.3.	Schaltungsaufbau.....	78
6.4.	Beispielprogramm.....	86
7.	Sound-Box für den Spektrum.....	87
7.1.	Der Sound-IC AY3-8912.....	87
7.2.	Registerprogrammierung.....	96
7.2.1.	Tongenerator.....	96
7.2.2.	Rauschgenerator.....	98
7.2.3.	Mixer-Kontrolle.....	100
7.2.4.	Lautstärke.....	103
7.2.5.	Hüllkurvengenerator.....	105
7.3.	Aufbau der Sound-Box.....	109
7.4.	Programmbeispiele.....	117
8.	Externer NF-Verstärker mit Klangregelung.....	119
8.1.	Klangregelteil.....	120
9.	Spektrum Anschluß zur Stereoanlage.....	128

10.	Schnittstellen.....	132
10.1..	serielle Schnittstellen.....	132
10.2..	parallele Schnittstellen.....	135
10.2.1.	Schaltungsaufbau.....	140
10.2.2.	Centronics Software für 16 KB und 48 KB.....	146
11.	Analog-Digital-Wandler.....	158
11.1.	Verfahren der Analog Digital Wandlung.....	158
11.2.	ZN 427 als A/D Wandler.....	165
11.2.1.	Schaltungsbeschreibung.....	171
11.2.2.	Aufbau des A/D Wandlers.....	174
11.2.3.	Abgleich und Inbetriebnahme des A/D Wandlers.....	175
11.3.	CA 3162E als A/D Wandler.....	185
11.3.1.	Schaltungsbeschreibung.....	190
11.3.2.	Software für den A/D Wandler mit dem CA 3162E....	192
12.	Universelle Sprachausgabe.....	193
12.1.	Schaltungs- und Funktionsbeschreibung.....	197
12.2.	Aufbau der Sprachausgabe.....	204
12.3.	Programmbeispiele.....	213
13.	Erweiterungskarte mit 5 Steckplätzen.....	220
14.	Ausgabe Interface.....	226
15.	220 Volt Schalteinheiten.....	230
15.1.	Aufbau und Arbeitsweise eines Triacs.....	230
15.2.	220 Volt Leistungsteil mit dem CA 3059.....	234
15.3.	Aufbauhinweise.....	237
15.4.	220 Volt Leistungsteil mit dem TDA 1024.....	241
15.5.	220 Volt Leistungsteil mit dem MOC 3040.....	247
16.	EPROM-Programmierboard.....	255
16.1.	Schaltungsaufbau.....	257
16.2.	Beschreibung der menuegesteuerten Software.....	267
16.3.	Software zum EPROM-Programmierboard.....	276
17.	EPROM-Programmiernetzteil.....	289
18.	Universeller Adressdecoder.....	294
19.	48 KB Speichererweiterung,.....	297
20.	80 KB Speichererweiterung.....	311
21.	Video Ausgang für den Spektrum.....	319
22.	Erfassungsprogramm für die Maschinencoderoutinen.	324

A N H A N G

- Bezugsquellenverzeichnis.....	325
- Literaturverzeichnis.....	326
- Anschlußbilder der TTL- und CMOS ICs.....	327
- Anschlußbilder der Speicherbausteine.....	343
- Triacs.....	346
- Anschriften der Halbleiterhersteller.....	347

1. EINLEITUNG

SINCLAIR, sicherlich ein Markenzeichen für revolutionäre Entwicklungen im Bereich der Heimcomputer!

Hat der " alte ZX80-Rechner " doch erstmals die Möglichkeit geschaffen, im privaten Bereich einen Microcomputer einzusetzen, mit der Einführung des ZX 81 mit bisher nie für möglich gehaltenen Umsatzzahlen hat das Zeitalter der Microcomputer in der Preisklasse unter 500,-- DM erst begonnen. Nun, auch dieser Rechner wurde in der Folgezeit den technischen Erfordernissen angepaßt, und es entstand ein vollkommen neuer Typ, der ZX Spektrum !

Dieser konnte sich bezüglich seiner höheren Speicherkapazität und der Farbtüchtigkeit sowie einer brauchbaren Tastatur durchaus mit den Konkurrenzprodukten messen.

Alle Heimcomputerbesitzer werden natürlich über kurz oder lang an die Grenzen ihres Rechners stoßen. Dem einen fehlt zusätzlicher Speicherplatz, ein anderer möchte periphere Zusatzgeräte an seinem Computer betreiben. Dieses Buch möchte im Selbstbauverfahren diese Lücken schließen, gleichgültig, ob Sie einen beliebigen Drucker, ein EPROM-Programmiergerät oder eine Sprachausgabe betreiben wollen. Auch Speichererweiterungen bis hin zu 80KB werden für den privaten Nachbau beschrieben. Zu allen Schaltungen werden Ihnen Platinenlayouts und ausführliche Schaltpläne vorgestellt werden. Zu einigen Hardwareerweiterungen finden Sie fertige Programm listings, die Sie nur zu übernehmen brauchen.

Der Autor war bemüht, alle vorgestellten Schaltungen so kostengünstig wie möglich aufzubauen und dort, wo es sich vermeiden ließ, auf teure Spezialbausteine zu verzichten. Allerdings treten manchmal bei einigen Bauteilen Lieferengpässe auf; hier hilft nur etwas Geduld.

Im Bezugsquellenverzeichnis finden Sie eine Firma, über die Sie alle hier beschriebenen Ergänzungen als Baumappe, Bausatz oder als Fertiggerät einschließlich der erforderlichen Software beziehen können.

Alle Schaltungen und Verfahren werden ohne Rücksicht auf bestehende oder angemeldete Patente wiedergegeben und sind nur für den Hobbybereich zu verwenden. Bei einer gewerblichen Nutzung ist in jedem Fall die Zustimmung des möglichen Lizenzinhabers erforderlich.

Der Verlag sowie der Autor haben alle Schaltungen gründlich getestet, dennoch lassen sich Fehler nie ganz ausschließen. Für eine entsprechende Mitteilung wären wir Ihnen dankbar.

Dieses Manuskript wurde auf TEXTOMAT, einem DATA BECKER Produkt, und über einen EPSON FX80 mit EC 64 Software-Interface erstellt. Wir wünschen Ihnen viel Erfolg mit diesem Buch und informieren Sie sich über die weiteren Produkte aus dem Hause DATA BECKER.

Völklingen'Saar

Herbst 1984

lothar Schüssler

2. PLATINENHERSTELLUNG

Zu allen Erweiterungsschaltungen in diesem Buch werden Ihnen die entsprechenden Platinenlayouts vorgestellt, die allerdings teilweise doppelseitig sind.

Wie kommt man nun von der Buchvorlage zur fertigen Platine ? Machen Sie sich bitte nicht die Mühe und zeichnen Sie die Platinenlayouts auf Transparentpapier ab, dieses ist nur bei einfachen Schaltungen ratsam, denn allzu leicht können sich Fehler einschleichen und Sie wissen selbst, wie schwer es ist, diese später wiederzufinden. In jedem kleinen Dorf gibt es heute ein Kopierzentrum, wo man die Möglichkeit hat, auf einem guten funktionierenden Trockenkopierer preiswerte Fotokopien herzustellen.

In einem Schreibwarengeschäft kaufen Sie sich einige Overheadfolien, die aussehen wie Plastikfolien, aber temperaturfest sind. Sammeln Sie einige Printvorlagen, indem Sie die gewünschten Schaltungen aus diesem Buch, Zeitschriften oder aus sonstigen Vorlagen zuerst fotokopieren und dann so zurechtschneiden, daß diese eine DIN A4 Seite ausmachen.

Statt des normalen Kopierpapiers legen Sie nun pro Vorlage ca. drei Overheadfolien in das Kopiergerät ein. Stellen Sie die Blende des Gerätes auf ziemlich dunkel ein und machen Sie je Vorlage nun ca. drei Overheadfolien. Dies ist deshalb notwendig, weil eine einzige Overheadkopie nicht lichtdicht genug ist, und es kann dann leicht vorkommen, daß Sie später Haarrisse auf der Platine wiederfinden.

Schneiden Sie anschließend die Overheadfolien wieder auseinander, legen die einzelnen Kopien je Platine schön deckungsgleich übereinander und kleben Sie diese an den Rändern zusammen. Als Ergebnis haben Sie einen ausgezeichneten Platinenfilm.

Wem dies zu aufwendig erscheint, für den besteht noch die Möglichkeit, sich die fertigen Platinen dieses Buches zusenden zu lassen. Hierzu finden Sie im Anhang eine entsprechende Bezugsquelle. Von dort können Sie zu jeder beschriebenen Schaltung die einzelne Platine, den Bausatz oder das getestete Fertiggerät erwerben.

3. DER ZX - SPEKTRUM

Vor einiger Zeit entschloß sich die englische Fernsehgesellschaft BBC, einen landesweiten Computerkurs zu starten und lud daraufhin alle britischen Microcomputerhersteller ein, die ihrerseits Vorschläge unterbreiten sollten. Nach dem Gedanken der BBC sollte dieser Fernsehkurs den vielen Interessenten den Einstieg in die Materie erleichtern. Unter den eingeladenen Herstellern befand sich auch die Firma SINCLAIR, die schon damals durch den ZX 80 und den ZX 81 zu den renommiertesten gehörte.

SINCLAIR rechnete fest mit dem Zuschlag der BBC, der mit Sicherheit zu Millionenaufträgen führen würde. Wie groß war nun die Enttäuschung, als ein ziemlich unbekannter Hersteller, die Firma ACORN, den Zuschlag bekam.

Jetzt gerade wollte SINCLAIR es den Herren der BBC zeigen und ließ sofort alle Forschungsarbeiten in seinem Unternehmen zurückstellen. Ein besonders ausgesuchtes Team bekam die Aufgabe, in sehr kurzer Zeit einen Rechner zu entwickeln, der einerseits leistungsfähiger und andererseits wesentlich preisgünstiger sein sollte, als der von der BBC ausgewählte ACORN.

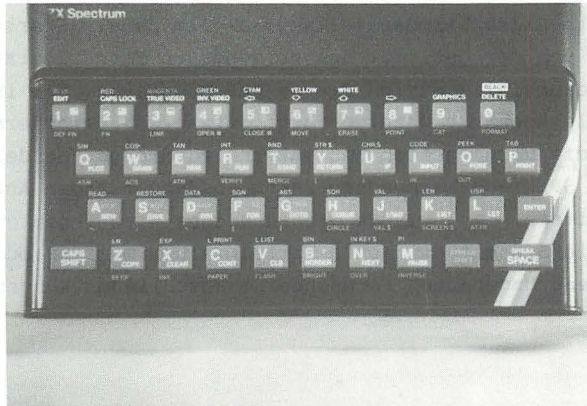
In erstaunlich kurzer Zeit wurde der ZX - SPEKTRUM zur Serienreife gebracht und die Verkaufszahlen haben es eindeutig bewiesen, daß dieser Rechner den ACORN weit in den Schatten gestellt hat.

In den Abmessungen ist der Rechner kaum größer als der kleine Bruder, mit 233 mm x 144 mm x 30 mm ist er noch wesentlich kleiner als ein DIN A4 Blatt.

Zwar sind die kleinen Gummitasten noch weit von einer normalen Schreibmaschinentastatur entfernt, aber sie sind wesentlich leichter und bequemer zu bedienen als die Folientasten des ZX 81. Schwierigkeiten macht den Fortgeschrittenen auch die Vielfachbelegung: 191 Funktionen auf 40 Tasten. Hier gehört schon etwas Übung dazu, das richtige Umschaltsymbol zu

Abbildung: 1

ZX SPEKTRUM



finden.

Technisch gesehen läßt sich der SPEKTRUM nicht mehr mit dem ZX 81 vergleichen. Hier wurde in das kleine Gehäuse eine Revolution hochintegrierter Schaltkreise eingebaut. Mußten ZX 81 Besitzer auf die Farbdarstellung bisher ganz verzichten, der SPEKTRUM bietet 8 Farben bzw. 6 Grauschattierungen an. Darüber hinaus können die Zeichen blinken und in verschiedenen Helligkeitsstufen angesteuert werden.

Die gesamte Bildschirmdarstellung, die im Kanal 36 erscheint, ist stark von der Qualität des verwendeten Fernsehgerätes abhängig. Keinesfalls dürfen Sie am UHF-Modulator, der in einem kleinen Blechgehäuse untergebracht ist, etwas verändern oder gar die versiegelten Spulenkerne verdrehen. Leider besitzt der SPEKTRUM keinen separaten Ausgang für den Anschluß eines Monitors. Im Verlaufe dieses Buches wird Ihnen gezeigt werden, wie Sie mit einfachen Mitteln einen Monitor oder ein entsprechend umgebautes Fernsehgerät anschließen können.

Bei der Tonwiedergabe, die sich zwar mit dem BEEP-Befehl noch etwas variieren läßt, hat man sich bei SINCLAIR keine große Mühe gegeben. Der winzige Lautsprecher ist kaum in der Lage, für Spiele den erforderlichen Sound zu liefern. Aber auch hier wird in einem späteren Kapitel Abhilfe geschaffen.

Wer seinen Rechner nach Ablauf der sechsmonatigen Garantiezeit einmal öffnet, wird auch im Innenleben eine wesentlich bessere Verarbeitung feststellen, als beim ZX 81. Leider konnte aber SINCLAIR nicht auf die sehr empfindlichen Tastaturkabel verzichten. Behandeln Sie diese KB-Anschlüsse, die für die Adress- und Datenleitungen zuständig sind, wie rohe Eier und bedenken Sie, daß man diese Kabelanschlüsse nicht löten kann. Mit 3,5 Mhz läuft der SPEKTRUM um 0,25 Mhz schneller als der ZX 81. Dieses wurde im wesentlichen dadurch erreicht, daß man der CPU, eine Z80A, gegenüber dem Vorgänger einige Arbeit abgenommen hat. Die Anschlußbelegung dieser sehr weit verbreiteten CPU sehen Sie in der Abbildung 2.

Die Abbildung 3 zeigt Ihnen den vollständigen Registeraufbau der CPU. Beim ZX 81 war diese noch zusätzlich mit dem Aufbau des Displays belastet, beim SPEKTRUM hat man diese Arbeit in den ULA-Chip verlegt. Auch die bekannten Anweisungen SLOW und FAST sind entfallen, der Rechner arbeitet immer mit der Höchstgeschwindigkeit, außer während den Anweisungen PAUSE und BEEP.

Das größte Geheimnis verbirgt sich sicherlich innerhalb des ULA-Chips. Dieses "ULA" bedeutet: UNCOMMITTED LOGIC ARRAY, was man vielleicht mit MASKENPROGRAMMIERBARE LSI-SCHALTUNG übersetzen kann. Nach kundenspezifischen Anforderungen, wie in diesem Fall von SINCLAIR, werden beim Hersteller FERRANTI besondere, auf diese Bedürfnisse angepasste integrierte Schaltkreise entwickelt. Dieses bietet natürlich den Vorteil, daß man genau die "Arbeiten" in den IC legen kann, die für diese bestimmte Schaltung von Vorteil sind. Außerdem ist die ULA-Lösung bei größeren Stückzahlen weitaus preiswerter als die konventionelle Bauweise. Weiterhin bietet sie einen optimalen Schutz gegenüber Nachbauten, denn Sie werden nirgendwo Unterlagen über diesen Schaltkreis erhalten.

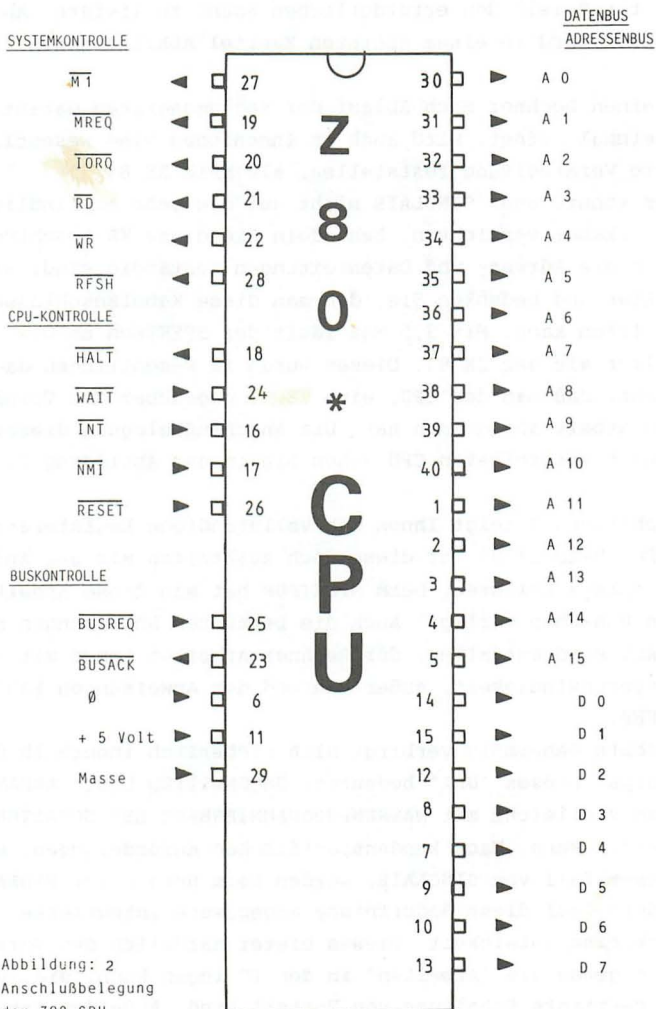
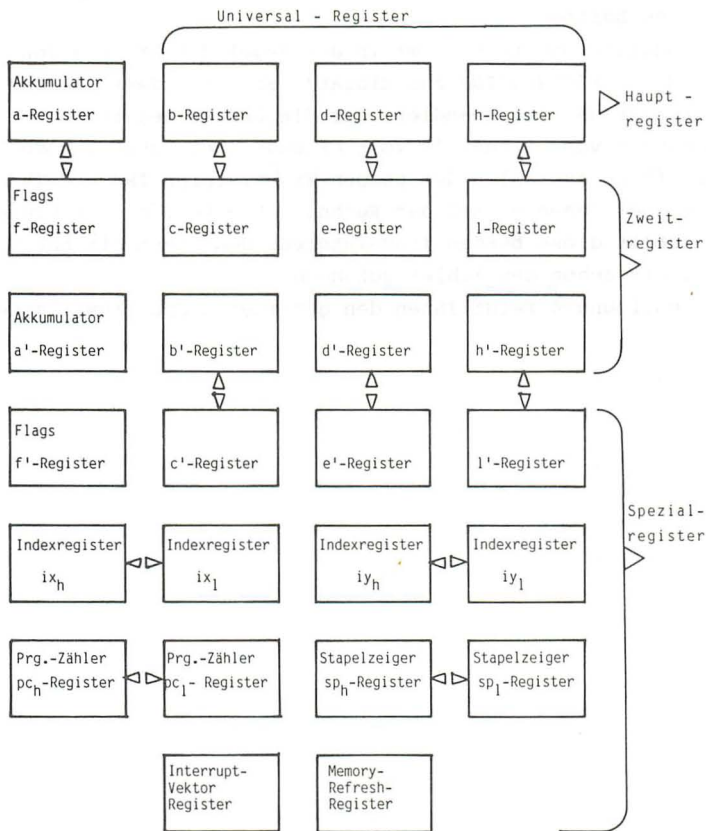


Abbildung: 2
Anschlußbelegung
der Z80 CPU

Abbildung: 3
 Registeraufbau der Z 80 CPU



In diesem IC befinden sich beispielsweise folgende Spezifikationen: der komplette Videocontroller, der Wandler für das Cassetteninterface, die Adressgenerierung, der Systemtakt sowie die Steuerung des Keyboards. Zusätzlich befindet sich im Spektrum noch ein 16 KB großes ROM, in dem sich der Zeichengenerator und das Betriebssystem mit seinen Hilfsroutinen befindet.

Als Modulatorbaustein kommt in der Regel der LM 1889 von NATIONAL SEMICONDUCTOR zum Einsatz. Ein besonders "heißes Eisen" ist der Sperrwandler, der die beiden negativen Spannungen von -5 und -12 Volt erzeugt. Bei Issue 3 kommt es sehr oft zu Ausfällen der beiden Transistoren TR4 und TR5. Sollte bei Ihnen einmal der Rechner streiken, so überprüfen Sie zuerst diese beiden Transistoren, denn sehr oft haben Sie damit schon den Fehler gefunden.

Die Abbildung 4 zeigt Ihnen den geöffneten Spektrum, Issue 3.

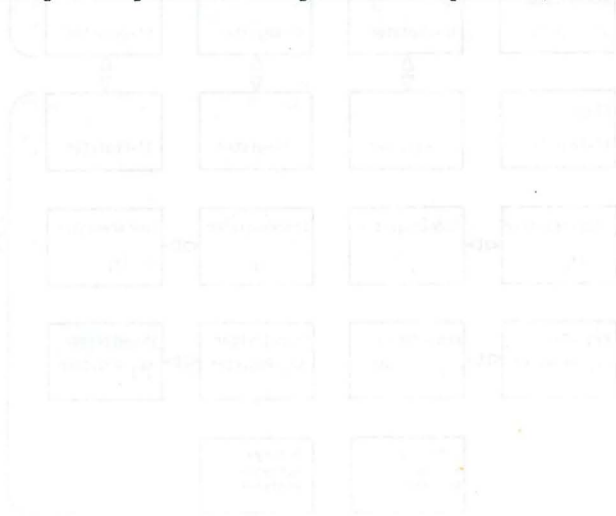
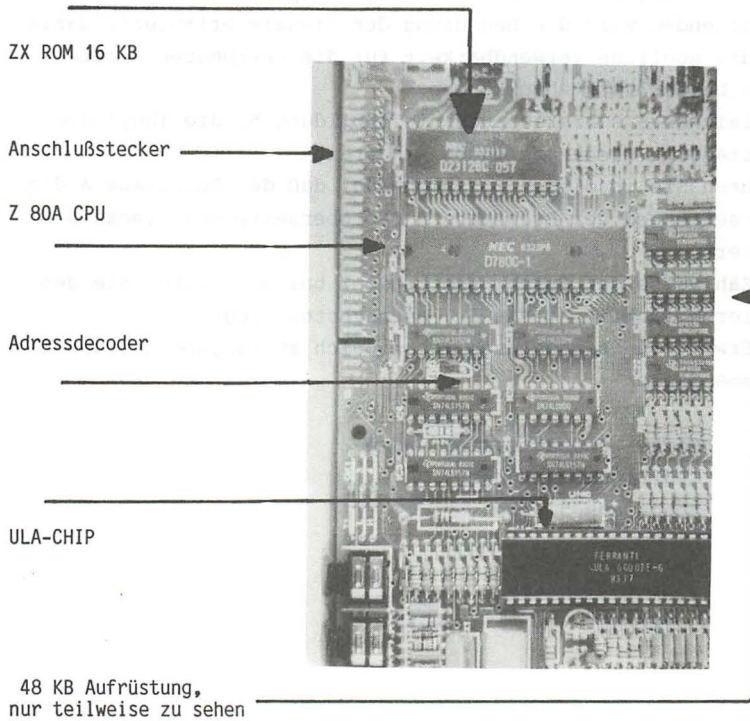


Abbildung: 4

Der geöffnete ZX Spektrum, ISSUE (Modell) 3



4. ZX-SPEKTRUM ERWEITERUNGSSTECKER

Auf der Rückseite des Rechners stehen Ihnen über eine zweimal 28-polige Steckerleiste alle wichtigen internen Signale zur Verfügung.

Neben den 8 Daten- und 16 Adressleitungen finden Sie noch alle CPU- Signale sowie die vier Versorgungsspannungen. Im folgenden wird die Bedeutung der Signale erläutert, damit Sie die mögliche Verwendbarkeit für die peripheren Geräte etwas besser verstehen können.

Vergleichen Sie hierzu auch die Abbildung 5, die Ihnen die vollständige Steckerbelegung wiedergibt.

Beachten Sie in diesem Zusammenhang, daß der Buchstabe A die Unterseite und der Buchstabe B die Oberseite des Steckers markiert.

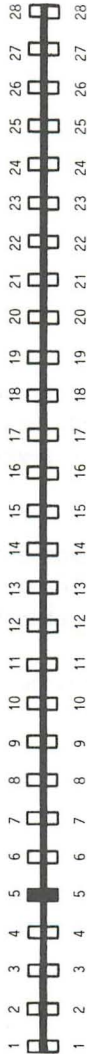
Die Zählweise der Anschlüsse beginnt bei der Seite, die dem Markierungsschlitz (Pin 5) am nächsten liegt.

Die Erweiterungsanschlüsse lassen sich zu folgenden Gruppen zusammenfassen:

- Daten- und Adressleitungen
- CPU Signalleitungen
- Sonderanschlüsse

Abbildung: 5
ZX - Spektrum Steckerbelegung

OBERSEITE (B - SEITE)



- 1 B = A 15
- 2 B = A 13
- 3 B = D 7
- 4 B = frei
- 5 B = Merktierungsschltz
- 6 B = D 0
- 7 B = D 1
- 8 B = D 2
- 9 B = D 6
- 10 B = D 5
- 11 B = D 3
- 12 B = D 4
- 13 B = INT
- 14 B = NMI

- 15 B = HALT
- 16 B = MREQ
- 17 B = IORQ
- 18 B = RD
- 19 B = WR
- 20 B = - 5 V
- 21 B = WAIT
- 22 B = 12 V
- 23 B = 12 V
- 24 B = RT
- 25 B = RFSH
- 26 B = A 8
- 27 B = A 10
- 28 B = frei

- 1 A = A 14
- 2 A = A 12
- 3 A = + 5 V
- 4 A = + 9 V
- 5 A = Merktierungsschltz
- 6 A = 0 Volt
- 7 A = 0 Volt
- 8 A = Clock
- 9 A = A 0
- 10 A = A 1
- 11 A = A 2
- 12 A = A 3
- 13 A = IORQ
- 14 A = 0 Volt

- 15 A = Video
- 16 A = Y
- 17 A = V
- 18 A = U
- 19 A = BUSRQ
- 20 A = RESET
- 21 A = A 7
- 22 A = A 6
- 23 A = A 5
- 24 A = A 4
- 25 A = ROMCS
- 26 A = BUSAK
- 27 A = A 9
- 28 A = A 11

DATENLEITUNGEN D0 - D7

Anschlußpunkte

D0	6 B
D1	7 B
D2	8 B
D3	11 B
D4	12 B
D5	10 B
D6	9 B
D7	3 B

Sie sehen, daß ähnlich dem ZX 81, die Datenleitungen ohne Konzept auf der Steckerleiste verteilt sind, was beim Erstellen einer aufsteckbaren Zusatzplatine nicht immer ohne Probleme geht.

Auf diesen Datenleitungen (Datenbus) gelangen die Daten von und zur Z80 CPU. Der Spannungspegel aller Leitungen ist TTL-kompatibel, und an jeden Anschluß kann eine LS-TTL-Last angeschlossen werden.

Alle Datenleitungen sind tri-state Ein-Ausgänge.

ADRESSLEITUNGEN AO - A15

Anschlußpunkte

A0	9 A
A1	10 A
A2	11 A
A3	12 A
A4	24 A
A5	23 A
A6	22 A
A7	21 A
A8	26 B
A9	27 A
A10	27 B
A11	28 A
A12	2 A
A13	2 B
A14	1 A
A15	1 B

War das Durcheinander der Datenleitungen, die wahllos über den Anschlußstecker verstreut sind, schon groß, bei den 16 Adressleitungen wird das Chaos perfekt.

Diese liegen nämlich auf der Unter- und Oberseite des Steckers verstreut. Allerdings, und dies beruhigt etwas, benötigen wir bei den peripheren Zusatzgeräten in diesem Buch nur wenige Adressleitungen, während der Datenbus meistens komplett erforderlich ist.

Über die 16 Adressleitungen (AO - A15) erfolgt die Adressierung des Speichers. Maximal lassen sich $2^{16} = 64\text{ K}$ Bytes adressieren.

Alle Anschlüsse des Adressbus sind tri-state Ausgänge. Für die Adressierung der Ein'Ausgabe werden die acht niedrigwertigsten Adressbits (AO - A7) verwendet; es lassen sich

also $2^{**} 8 = 256$ Ein-Ausgänge direkt adressieren.
Während des Refreshzyklus erhalten die sieben niederwertigsten Bits eine gültige Refreshadresse.
Alle Adressen sind TTL-kompatibel und dürfen mit maximal 10 LS-TTL-Lasten betrieben werden.

SPANNUNGSVERSORGUNG

Anschlußpunkte

+ 5 V	3 A	und	20 B
+ 9 V	4 A		
+ 12 V	22 B		
12 V AC	23 B		
0 V	6 A, 7 A	und	14 A

Der Spektrum besitzt insgesamt 4 unterschiedlich belastbare Spannungen.

Die an den Anschlüssen 3 A und 20 B anliegenden stabilisierte 5 Volt Versorgungsspannung darf höchstens mit 300 mA belastet werden, da der interne 7805 Spannungsregler sonst überfordert wird.

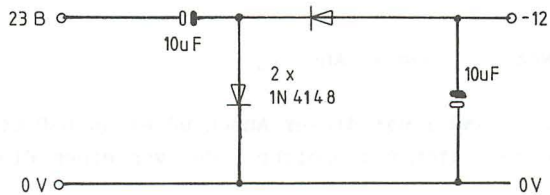
Für höhere Belastungen sollten Sie den 7805 gegen den stärkeren, pin-kompatiblen 78S05 von SGS-Ates austauschen. In diesem Fall können Sie die 5 Volt Betriebsspannung mit ca. 600 mA belasten.

2
1 Der 9 V Anschluß kommt direkt aus dem unstabilen Netzadapter und liegt in der Regel zwischen 7,5 und 11 Volt.

Wenn dieser Anschluß weiterverwendet wird, muß er in jedem Fall mit einem 1500 uF Elko gesiebt werden. Maximal lassen sich dann Lasten bis 800 mA anschließen.

Die 12 Volt am Anschluß 22 B können mit maximal 20 mA belastet werden und die -5 Volt am Anschluß 20 B gar nur mit 5 mA.

Die überall ausgewiesene -12 Volt ist in Wirklichkeit eine hochfrequente Wechselspannung, aus der allerdings die negative Spannung mit dem folgenden Zusatz gewonnen werden kann.



Die für alle Spannungen gemeinsame Masse (0 Volt) ist an den Anschlußpunkten 6 A, 7 A und 14 A verfügbar.

4. 1. C P U Signalleitungen

Die CPU-Signalleitungen lassen sich in folgende Gruppen aufteilen:

1. Systemkontrolle
2. CPU - Kontrolle
3. Bus - Kontrolle

1. SYSTEMKONTROLLE

1.1. RD, (Read - Lesen), Anschluß 18 B

Im Lesemodus (Read) hat dieser Anschluß einen L-Pegel, wenn der Rechner Daten vom Speicher oder von einem Eingang lesen soll.

Der adressierte Speicherplatz oder Port muß die Daten auf den Bus schalten. Im nicht aktiven Zustand hat diese Leitung H-Pegel (+ 5 Volt).

1.2. WR, (Write - Schreiben), Anschluß 19 B

Ähnlich dem Lesebetrieb arbeitet der Schreibbetrieb. Dieser Ausgang hat dann einen L-Pegel, wenn die CPU Daten ausgeben will.

Hierdurch wird der adressierte Speicher oder Port aufgefordert, die anstehenden Daten zu übernehmen.

1.3. MREQ, (Memory Request - Speicheranforderung), Anschluß 16 B

Für jede Speicheranforderung, ob zum Lesen oder Schreiben, muß gewährleistet sein, daß dem System eine gültige Adresse zur Verfügung steht, erst dann können Read- oder Write- Be-

fehle ausgeführt werden.

Mit einem L-Pegel an diesem Anschluß zeigt die CPU an, daß eine gültige Adresse für eine Speicheroperation vorliegt.

1.4. IORQ, (In Out Request - Ein-Ausgabeanforderung), Anschluß 17 B

Der IORQ-Anschluß hat die gleiche Aufgabe wie der vorher beschriebene MREQ, nur mit dem Unterschied, daß dieser Anschluß für Ein-Ausgabeoperationen zuständig ist.

Liegt dieser Anschluß auf einem L-Pegel, so will die CPU Daten an einen Port ausgeben oder von ihm lesen, je nachdem wie der logische Zustand der Anschlüsse Read und Write ist. In diesem Fall enthalten die Adressen A0 - A7 eine gültige Ein-Ausgabeadresse.

Das M1 - Signal (Maschinenzyklus 1) erzeugt selbständig ein IORQ-Signal, wenn ein Interrupt quittiert wird; damit kann der Datenbus einen Interrupt -Antwort-Vektor aufnehmen. Interrupt-Quittungsoperationen entstehen während der M1-Zeit; währenddessen laufen keine Ein-Ausgabe-Operationen ab.

1.5. RFSH, (Refresh - Auffrischen), Anschluß 25 B

Dieser Ausgang wird zum Auffrischen dynamischer Speicherbausteine benutzt. Die Eigenschaften der unterschiedlichen Speicherbausteine werden in einem besonderen Kapitel ausführlich behandelt; dort können Sie auch weiteres über dynamische Speicher und das Auffrischverfahren nachlesen.

Durch einen L-Pegel wird angezeigt, daß die niederwertigsten 7 Bits einer Refreshadresse auf dem Datenbus liegen.

Dieser Anschluß arbeitet mit MREQ zusammen, so daß damit die Leseoperation der aufzufrischenden Speicherstellen eingeleitet werden kann.

1.6. M1, (Maschinenzyklus), Anschluß 24 B

Diesem Anschluß kommt für die externe Bearbeitung keinerlei Bedeutung zu. Liegt nämlich hier ein L-Pegel an, so wird dadurch angezeigt, daß der gerade abgearbeitete Maschinenzyklus ein Befehlsbyte aus dem Speicher holt. Der aktive logische Zustand (L-Pegel) erscheint auch in Verbindung von IORQ, wenn die CPU eine Interruptanforderung bestätigt.

2. CPU - Kontrolle

2.1. HALT (Halt), Anschluß 15 B

Dieser Ausgang zeigt an, daß die CPU einen softwaremäßigen Halt-Befehl ausgeführt hat. Es wird solange gewartet, bis ein Interrupt-Signal vorliegt.

Während dieser Zeit werden weiterhin Refreshsignale für die dynamischen Speicherstellen erzeugt.

2.2. WAIT, (Warten), Anschluß 21 B

Sind am Rechner langsame, periphere Bausteine (EPROMs etc.) angeschlossen, so wird dieser Anschluß benötigt, um die schnelle Arbeitsweise der CPU mit der langsamen des peripheren Bausteins zu synchronisieren.

Wird nämlich an diesem Anschluß ein L-Pegel angelegt, so wartet die CPU mit allen weiteren Aktivitäten solange bis dieser Anschluß wieder auf einem H - Pegel ist. Beachten Sie bitte, daß während der WAIT - Zeit keine Refreshadressen erzeugt werden.

2.3. INT, (Interruptanforderung), Anschluß 13 B

Auch dieses Signal ist in der Regel für unsere peripheren Geräte bedeutungslos. Der CPU - Eingang wird von Ein- Aus-

gabegeräten angesteuert. Liegt dort ein L - Pegel an, so wird eine Programmunterbrechung nach dem gerade vorliegenden Befehl eingeleitet, sofern die CPU dieses durch einen EI - Befehl ermöglichen kann.

Wichtig hierbei ist, daß das Bus - Request - Signal nicht aktiv sein darf. Wird die Interruptanforderung von der CPU angenommen, so wird ein Bestätigungssignal ausgegeben.

2.4. NMI, (Non maskable Interrupt - Nicht maskierbarer Interrupt), Anschluß 14 B

Dieser Interrupteingang liegt prioritätsmäßig höher als INT und wird immer nach dem gerade bearbeiteten Befehl ausgeführt. Dann erfolgt ein Sprung auf die Adresse 0066 (hex). Für die externe Verwendung bleibt dieser Anschluß ebenfalls ohne Bedeutung.

2.5. RESET, (Reset - Zurücksetzen), Anschluß 20 A

Mit dem Reset kann der Rechner jederzeit in einen definierten Anfangszustand versetzt werden. Wird diesem Anschluß ein L - Pegel zugeführt, so befindet sich der Rechner im gleichen Zustand wie nach dem Einschalten (Programmiert hex. 0).

3. BUSKONTROLLE

3.1. BUSRQ, (BUS - Request - Busanforderung), Anschluß 19 A

Dieser L - aktive CPU - Eingang bewirkt, daß der Adressbus und die Tristate - Steuersignale in einen hochohmigen Zustand versetzt werden, sobald der laufende CPU - Maschinenzyklus beendet ist.

Dieses ist gerade dann erforderlich, wenn externe Geräte die Kontrolle übernehmen sollen. Das Aktivieren von BUSRQ blockiert auch den NMI.

3.2. BUSAK, (BUS - Acknowledge - Busbestätigung), Anschluß 26 A

Hierbei handelt es sich um ein L-aktives Ausgangssignal der CPU, welches nach der Ausführung von BUSRQ anfordernden Geräten bestätigt (L - Pegel), daß Adressbus, Datenbus und Tristate - Steuersignale sich in einem hochohmigen Zustand befinden und das externe Gerät nun diese Signale steuern kann.

4. SONDERSIGNALE

Die folgenden Anschlüsse dienen zur Farb- und internen Speicherbeeinflussung.

4.1. ROMCS, (ROM Chip - Select - ROM Speicherauswahl), Anschluß 25 A

Erhält dieser Anschluß einen L -Pegel, so wird veranlaßt, daß der interne Festwertspeicher (ROM) eingeschaltet ist.

4.2. VIDEO, (Video), Anschluß 15 A

Dieses Signal beinhaltet das Videosignal einschließlich der

Farbinformationen.

4.3. V, U, Y (Farbsignale)

V - Anschluß 17 A

U - Anschluß 18 A

Y - Anschluß 16 A

Die Signale V und U enthalten Farbinformationen für den Farbmischer LM 1889. Diese werden dort dem Pin 2 bzw. Pin 4 zugeführt. Z ist ein invertiertes Videosignal ohne Farbinformation.

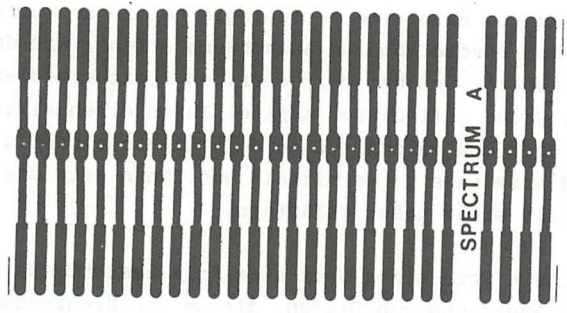
SPEKTRUM ERWEITERUNGSSTECKER

Der passende 28 - polige Erweiterungsstecker zur Rückseite Ihres Rechners läßt sich sehr einfach aus doppelseitigem Platinenmaterial herstellen.

Eine entsprechende Vorlage als Platinenlyout ist in der Abbildung 6 dargestellt. Es hat sich als zweckmäßig erwiesen, diesen Platinenstecker zu verzinnen, da es andernfalls sehr leicht zu Kontaktschwierigkeiten kommen kann.

Der Markierungsschlitz ist mit einer kleinen Feile oder mit der Laubsäge anzubringen.

Abbildung: 6
Platinenlayout für den Spektrum Erweiterungsstecker



Maßstab: 1:1

5. SPEICHER, AUFBAU UND ARBEITSWEISE

Aus der modernen Halbleitertechnologie sind die unterschiedlichen Speichermedien nicht mehr wegzudenken. War es zu Anfang dieser Epoche sowohl finanziell als auch räumlich fast unmöglich, wirtschaftlich vertretbare Speichergrößen auf einer Eurokarte zu plazieren, so sind heute alle gängigen Arten preiswert im Elektronikhandel zu erwerben.

Kaum eine andere Halbleitertechnologie hat in so kurzer Zeit einen solchen revolutionären Aufschwung erlebt, wie das Gebiet der Mikrocomputer und der dazugehörigen Speichermedien. Aus diesem Grund soll dieses Kapitel Ihnen einen allgemeinen Überblick über die verschiedenen Halbleiterspeicher und deren Aufbau und Arbeitsweise vermitteln und Ihnen auch die Vor- und Nachteile etwas näher erläutern.

Die einfachste Form einer Speichermatrix besteht aus einer bestimmten Anordnung von Dioden, die an den Kreuzungspunkten von den Spalten- bzw. Zeilenleitungen liegen. Die Abbildung 7 zeigt Ihnen eine solche Diodenmatrix. Jede einzelne Diode bildet eine Speicherstelle (-zelle), die entweder den Wert 0 oder 1 einnehmen kann, je nachdem, ob die Spaltenleitung mit der Zeilenleitung verbunden ist. Die verfügbare Kapazität dieses Speichers ergibt sich dann aus der Anzahl der Spalten- und Zeilenleitungen.

5.1. R O M (Random Accessed Read Only Memory) (Nur Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff)

Die Bezeichnung ROM macht schon deutlich, daß aus diesem Speicher nur ausgelesen werden kann. Die Programmierung dieser Bausteine, die sowohl in CMOS- als auch in bipolarer Technik gefertigt werden, geschieht meistens beim Hersteller,

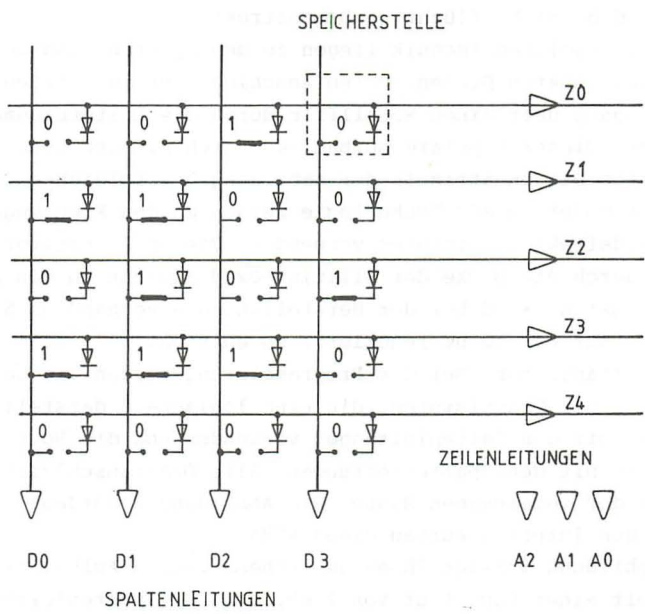


ABBILDUNG : 7

DIODENMATRIX

der nach Kundenspezifikationen die notwendige Maske (d.h. Programm) erstellt und auch programmiert.

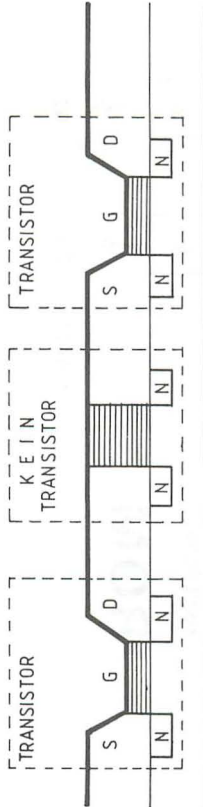
Aus diesem Grund ist ein späteres Ändern nicht mehr möglich, und zu jeder Adresse existiert eine genau festgelegte dauerhafte, d.h. nicht flüchtige Datenstruktur.

Bei der bipolaren Technik liegen an den Spalten- und Zeilen-Kreuzungspunkten Dioden, deren Anschluß erst im letzten Arbeitsgang über einen Metallfilm durch die Leiterbahnmasken erfolgt. Dieser bipolare Aufbau läßt sich mit der bereits erwähnten Diodenmatrix in der Abbildung 7 vergleichen.

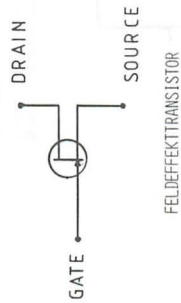
Bei der modernen MOS-Technologie werden an den Kreuzungspunkten Feldeffekttransistoren verwendet. Dieser Transistor entsteht durch die Dicke der Silizium-Oxid-Schicht an den Kreuzungspunkten. Wird bei der Herstellung die vorhandene SiO₂ - Schicht auf ca. 10 nm reduziert, so entsteht dieser Transistor. Bei der Programmierung werden die Gateanschlüsse der Transistoren, die eine logische 1 darstellen sollen, mit den Zeilenleitungen verbunden und die Sourceanschlüsse mit den Spaltenleitungen. Alle Drainanschlüsse liegen an der gemeinsamen Masse. Die Abbildung 8 verdeutlicht Ihnen den internen Aufbau eines ROMs.

Die Abbildung 9 zeigt Ihnen den schematischen Aufbau eines ROMs mit einer Kapazität von 2 KB, d.h. 32 Spaltenleitungen und 64 Zeilenleitungen. Zur Decodierung der Zeilenleitungen muß ein entsprechender 64 zu 1 Decoder, der aus einer Vielzahl von UND-Gattern besteht, verwendet werden. Die Spaltenzuordnung wird über 8 zu 1 Decoder getroffen. In der Regel besitzen ROMs dieser Kapazität zwei oder mehr Chip-Select-Anschlüsse. Über diese Leitungen können die Ausgänge des Speichers aktiviert oder gesperrt werden, ohne daß andere adreß- und datenparallelgeschaltete Speicher in Mitleidenschaft gezogen werden. Der ROM wird nur dann Daten abgeben, wenn einerseits die gültige Adresse anliegt und andererseits auch die Chip-Select-Eingänge die gültige Kombination aufweisen. Wie aus der Abbildung 9 hervorgeht, wird ein erheblicher interner Aufwand zur Decodierung des Speicherbausteins verwandt. Mit A0 - A8 sind die erforderlichen Adressleitungen bezeichnet, mit Q0 - Q3 die Datenausgänge. Die interne Verbindung zwischen diesen beiden Blöcken werden als Wortleitungen bezeichnet.

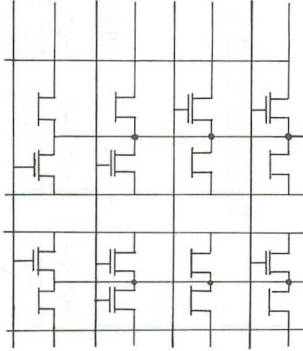
ROM



AUFBAU EINES MOS-TRANSISTORS
IN EINEM ROM



SPALTEN



ZEILEN

ÜBERBRÜCKUNG DER
REIHEN UND SPALTEN
IN EINEM ROM

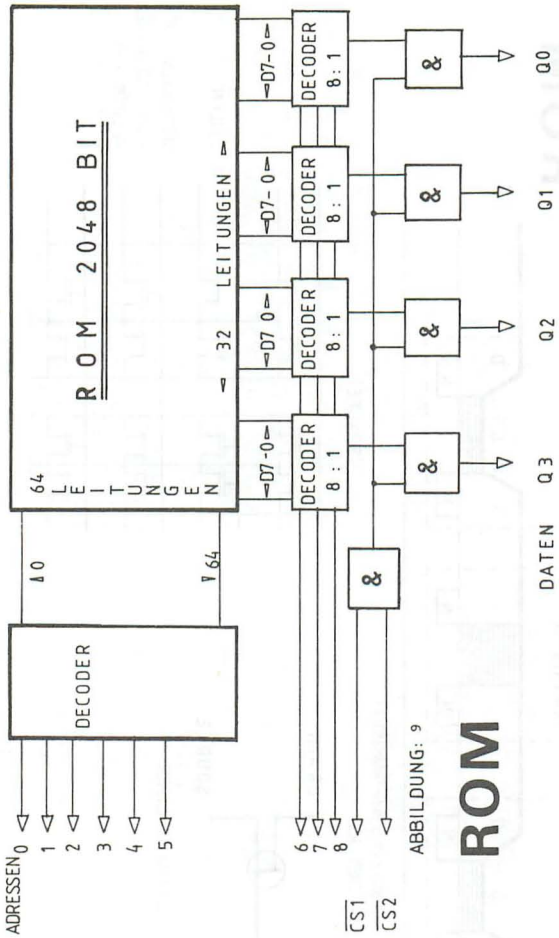


ABBILDUNG: 9

ROM

5.2. P R O M (Programmable ROM - programmierbarer ROM)

Liegt einem Anwender eine bestimmte, häufig benötigte Umsetzungsaufgabe vor, so wird man meistens einen eigenen Schaltkreis einsetzen, der ausschließlich für diese Aufgabe bestimmt ist. Sind weiterhin die Eingangsbedingungen der Codieraufgabe fest definiert und nicht mehr änderbar, so wird man oftmals einem PROM aus Kostengründen den Vorrang geben. Der Einsatz von maskenprogrammierten ROMs ist für Prototypen und Einzelerfertigungen nicht sinnvoll, da die Erstellung der Maske beim Hersteller einerseits sehr teuer ist und andererseits sich über viele Wochen erstrecken kann. Auch EPROMs für diese Arbeit einzusetzen, scheitert einmal an den Kosten, und zum anderen beginnen diese erst bei einer wirtschaftlichen Speicherkapazität von 2048 x 8 Bit.

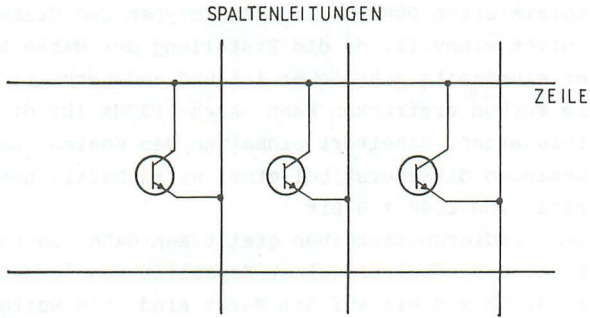
Für kleinere Codierungsaufgaben greift man daher gerne auf PROMs zurück, die schon mit einer Kapazität von 32 x 8 Bit bis hin zu 32 KB x 8 Bit auf dem Markt sind. Ein weiterer nicht zu unterschätzender Vorteil liegt darin, daß PROMs mit einfachen Mitteln vom Anwender selbst zu programmieren sind. Leider sind auch hier die einmal programmierten Informationen nicht mehr löschtbar. Je nach Herstellungsverfahren sind bei den unprogrammierten Ausfertigungen alle Speicherstellen entweder "0" oder "1", wobei man immer mehr dazu übergeht, daß unprogrammierte Speicherstellen grundsätzlich "1" sind. PROMs werden vorwiegend in bipolarer Technik gefertigt. Die Verbindung der Spalten- und Zeilenleitungen geschieht durch einen Transistor, dessen Kollektor an der Betriebsspannung liegt und die Basis mit der Zeilenleitung verbunden ist. Im Emitterkreis liegt ein sogenanntes Programmiererelement, ein Nickel-Chrom-Widerstand, der mit der Spaltenleitung verbunden ist.

Den internen Aufbau eines PROMs zeigt die Abbildung 10. Hier liegen alle Speicherstellen auf "1". Das Programmiererelement stellt technologisch nichts anderes dar, als eine starke Querschnittsverringering zwischen Emitter und Spaltenleitung. Diese Verringerung kann durch einen Stromstoß weg-

ABBILDUNG: 10

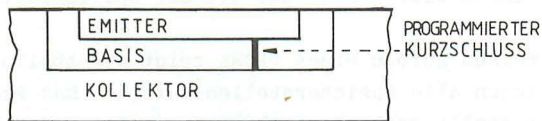
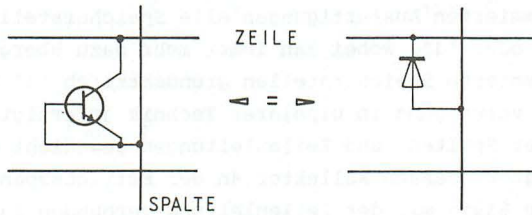
PROM

SPEICHERSTELLEN " 0 "



SPEICHERSTELLEN " 0 "

PROGRAMMIERTE SPEICHERSTELLE " 1 "

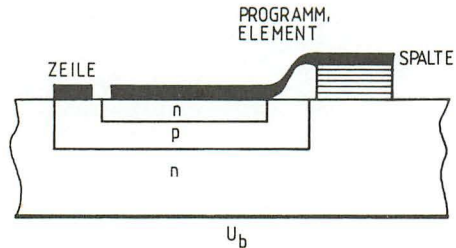
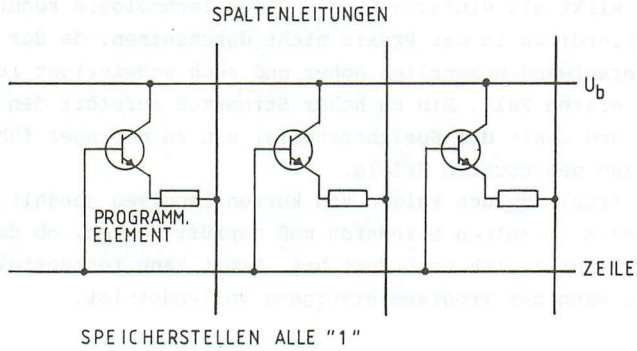


gebrannt werden, so daß die Verbindung unterbrochen ist und der Inhalt der Speicherstelle nun "0" ist. Die Abbildung 10 verdeutlicht Ihnen in der Querschnittszeichnung den Aufbau einer Speicherstelle. Diese geschilderte Verfahrensweise trifft allerdings nur für PROMs zu, bei denen der unprogrammierte Zustand "1" ist; dieses sind aber heute fast alle. Bei älteren Typen, die standardmäßig "0" sind, werden zum Programmieren Kurzschlußbrücken innerhalb des Transistors erzeugt, wie es in der Abbildung 11 dargestellt ist. Dadurch wird die Basis-Emitterstrecke des Transistors überbrückt, und er wirkt als einfache Diode. Diese Technologie konnte sich allerdings in der Praxis nicht durchsetzen, da der Programmieraufwand wesentlich höher und auch schwieriger ist, als im ersten Fall. Ein zu hoher Stromstoß zerstört den Transistor und damit die Speicherstelle, ein zu geringer führt nicht zum gewünschten Erfolg.

In der Praxis wurden Folgen von kurzen Impulsen gewählt; und nach jedem einzelnen Stromstoß muß geprüft werden, ob der Speicherinhalt sich verändert hat. Somit kann festgestellt werden, wann der Programmiervorgang vollendet ist.

ABBILDUNG: 11 **PROM**

BIPOLARE SPEICHERSTELLEN " 1 "



PROM
QUERSCHNITT

5.3 R A M (Random Accessed Read ' Write Memory) (Schreib ' Lesespeicher mit wahlfreiem Zugriff)

Bei den RAMs, die zur Familie der Festwertspeicher gehören, können die Daten beliebig oft eingeschrieben und ausgelesen werden. Zur internen Speicherung werden bipolare oder MOS - Transistoren verwendet, daher gehen die gespeicherten Informationen beim Abschalten der Betriebsspannung verloren. Zum RAM gehören technologisch folgende Funktionsblöcke, die im IC integriert sind :

- Adressdecoder
- Speichermatrix
- Ein- Ausgabedecoder
- Schreib- Lesesteuerung

Grundsätzlich muß man zwei Gruppen dieser Speicherelemente unterscheiden, statische und dynamische, auf die im folgenden näher eingegangen werden soll.

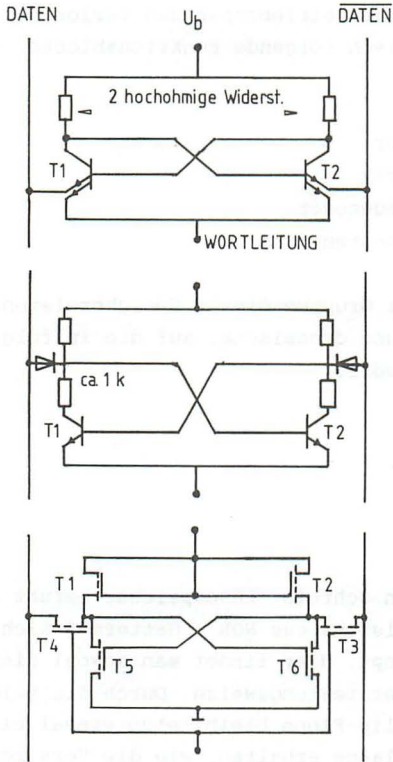
5.3.1. Statischer RAM

Das Prinzip der statischen Schreib- Lesespeicher beruht auf bistabilen Kippstufen, meistens aus NOR - Gattern (Nicht- Oder) aufgebaute Flip-Flops. Hier findet man sowohl die bipolare als auch die MOS Herstellungsweise. Durch die beiden stabilen Zustände eines Flip-Flops bleibt eine einmal eingeschriebene Information solange erhalten, wie die Versorgungsspannung anliegt. In der Abbildung 12 sehen Sie drei grundsätzliche statische Speicherstellen. Das oberste Beispiel ist mit Multiemitter-Transistoren aufgebaut. Auf die technologischen Details soll an dieser Stelle nicht näher eingegangen werden. Der Nachteil dieses Aufbaus liegt in einem erhöhten Stromverbrauch, da einer der beiden Transistoren immer durchgeschaltet ist. Vorteilhaft allerdings ist die

ABBILDUNG: 12

R A M

STATISCH



STATISCHE SPEICHERSTELLE
MIT MULTIEMITTERTRANSISTOREN
AUFGEBAUT.

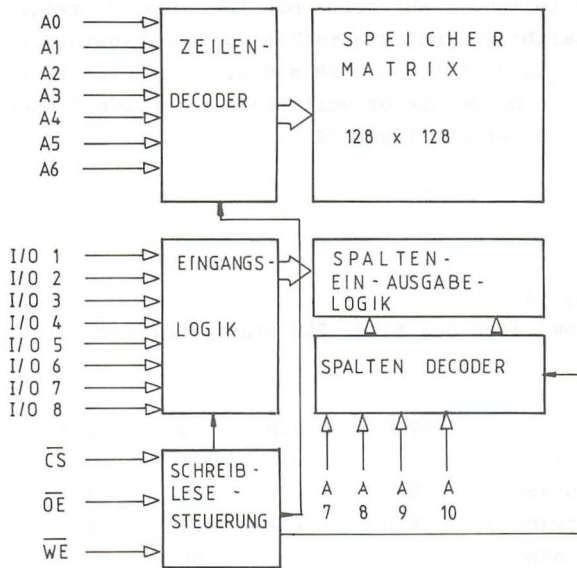
DIODENGEKOPPELTE
STATISCHE SPEICHERSTELLE

MIT MOS TRANSISTOREN
AUFGEBAUTE STATISCHE
SPEICHERSTELLE

ABBILDUNG : 13

6 1 1 6

2048 x 8 BIT statischer CMOS RAM



große Störsicherheit.

In der Mitte der Abbildung 12 sehen Sie den Einsatz von Schottkydioden. Hierdurch wird die Schnelligkeit der Schaltung gegenüber der oberen wesentlich erhöht. Auch der Stromverbrauch ist geringer, da die Transistoren nicht über die hochohmigen Widerstände, sondern über die Dioden und die beiden 1 k Widerstände geschaltet werden.

Im unteren Beispiel der Abbildung kommen MOS - Transistoren zum Einsatz. Das eigentliche Flip-Flop wird nur durch T1 und T2 dargestellt, T3 und T4 ersetzen die Widerstände aus den vorgenannten Beispielen. T5 und T6 halten die Verbindung zu den Datenleitungen aufrecht. Die Abbildung 13 zeigt Ihnen das Blockschaltbild eines statischen Speicherbausteins, den 6116, mit einer Kapazität von 2 KB x 8 Bit, die wichtigsten technischen Daten dieses weitverbreiteten ICs finden Sie in der Tabelle der Abbildung 14.

Abbildung 14

Technische Daten des 6116, 2KB statischer RAM

	Symbol	min.	typ.	max.	Einheit
Versorgungsspanng.	Vcc	4,5	5,0	5,5	Volt
Eingangsspannung	Vih	2,2	3,5	6,0	Volt
Stromaufnahme	Icc		40	80	mA
Standby-Strom.	Isb		5	15	mA

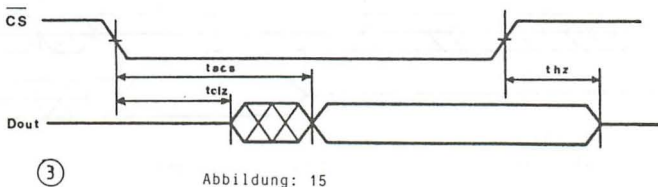
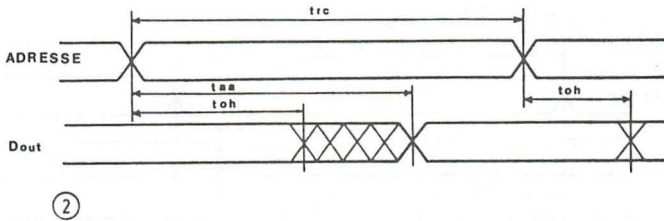
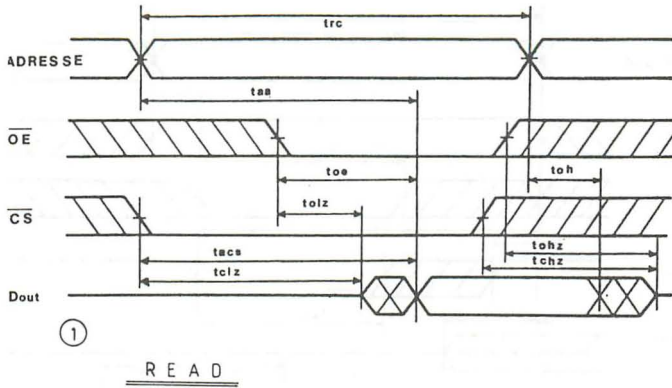
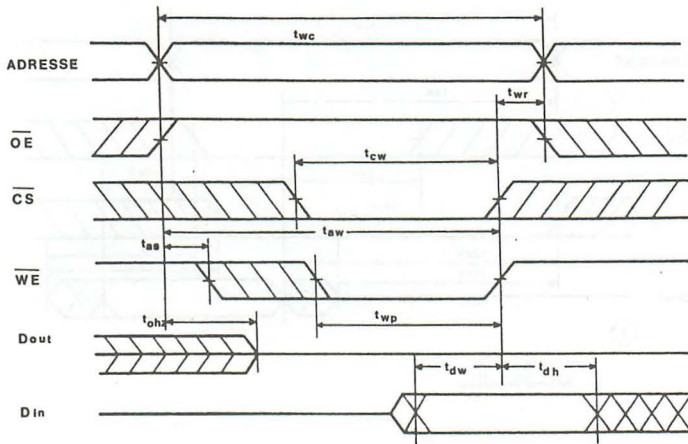


Abbildung: 15
Zeitdiagramm des statischen RAM 6116 (LESEMODUS)

- ① \overline{WE} ist 'H' während des Lesezyklus
- ② \overline{CS} und \overline{OE} sind dauernd 'L'
- ③ Gültige Adresse liegt dauernd an und \overline{OE} ist 'L'

Quellenangabe: 6116 HITACHI DATENBLATT



WRITE

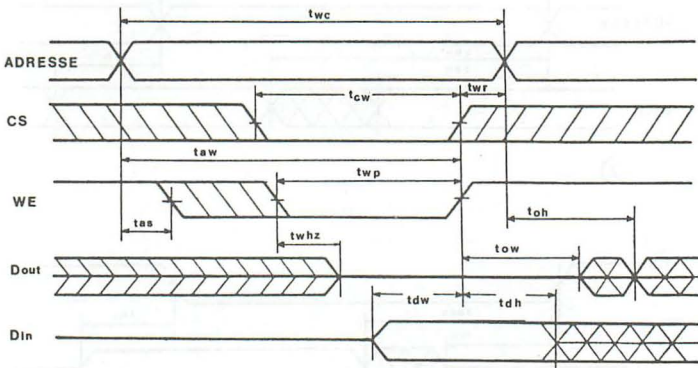


Abbildung: 16
Zeitdiagramm des statischen RAM 6116 (SCHREIBMODUS)

OBEN: Bedingung, daß WE dauernd 'H' ist für die Zeit des Adressübergangs.

UNTEN: Zusätzlich für OE = 'L'

Quellenangabe: 6116 HITACHI DATENBLATT

Abbildung 14 (Fortsetzung) Betriebsdaten

	Symbol	6116 -P2		6116 -P3		6116 -P4		Ein.
		min	max	min	max	Min	max	
Lesezyklus-Zeit	Irc	120	-	150	-	200	-	ns
Adresszugriffszeit	Iaa	-	120	-	150	-	200	ns
Chip-Select-Zeit	Iacs	-	120	-	150	-	200	ns
Out-Enable-Valid	Ioe	-	80	-	100	-	120	ns
Schreibzyklus-Zeit	Iwc	120	-	150	-	200	-	ns
Adress Set-up Zeit	Ian	20	-	20	-	20	-	ns
Schrb.Impulsbreite	Iwp	70	-	90	-	120	-	ns
Schrb.Recoveryzeit	Iwk	5	-	10	-	10	-	ns
Outp.aktiv	Iow	5	-	10	-	10	-	ns

Die wichtigsten Zeitdiagramme finden Sie in den Abbildungen 15 und 16

5.3.2. Dynamischer RAM

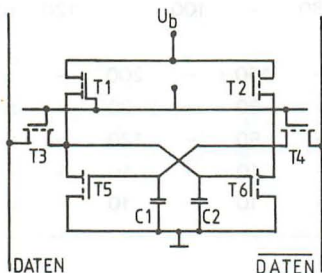
Bezeichnend für die Entwicklung der dynamischen Festwertspeicher waren die "Nachteile" der statischen bezüglich der Leistungsaufnahme und des Platzbedarfs. Die Abbildung 17 zeigt Ihnen im ersten Beispiel eine dynamische Speicherstelle, die mit 6 MOS - Transistoren aufgebaut ist. Die beiden Kapazitäten C1 und C2 haben die Aufgabe, den jeweiligen logischen Zustand zu speichern. Allerdings war mit dieser Technologie gegenüber den statischen kein Platz einzusparen.

Im zweiten Beispiel der Abbildung wird die gleiche Speicherstelle nur mit vier Transistoren aufgebaut. Der Nachteil dieser Schaltungsart besteht darin, daß eine einmal eingespeicherte Information nur eine begrenzte Zeitdauer erhalten bleibt und sie laufend "aufgefrischt" (refreshed) werden muß, damit sie nicht verlorengeht.

ABBILDUNG: 17

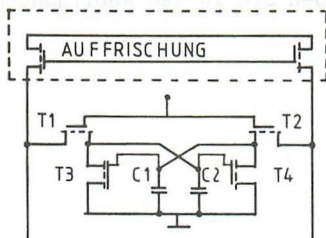
R A M

DYNAMISCH



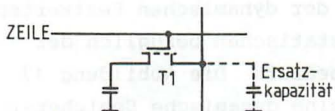
1

DYNAMISCHE SPEICHERSTELLE MIT
6 MOS - TRANSISTOREN AUFGEBAUT



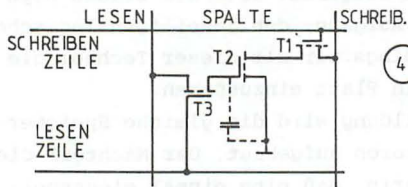
2

DYNAMISCHE SPEICHERSTELLE MIT
4 MOS - TRANSISTOREN UND EINER
AUFRISCHUNGSLOGIK



3

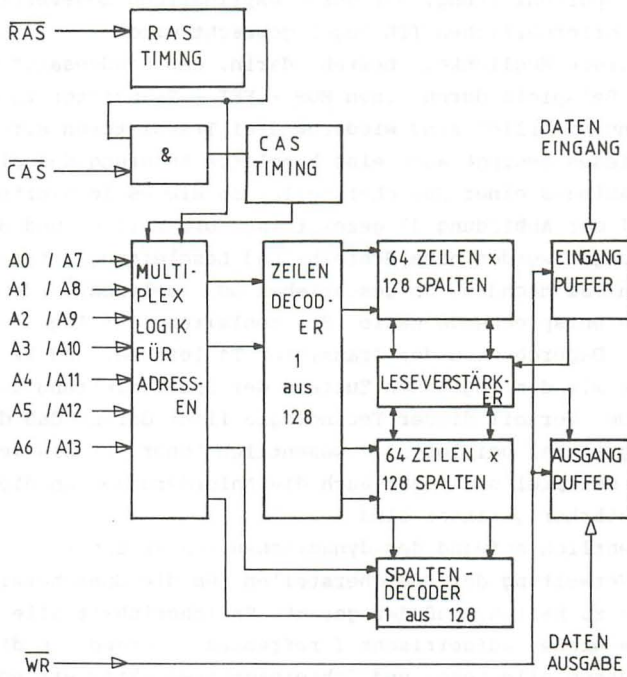
DYNAMISCHE 1 TRANSISTOR
SPEICHERSTELLE



4

DYNAMISCHE SPEICHERSTELLE MIT
3 MOS - TRANSISTOREN AUFGEBAUT

ABBILDUNG: 18 **4116**
 BLOCKSCHALTBIKD
 16KB dynamischer RAM



Durch eine weitere Einsparung kommt man zum dritten Beispiel der Abbildung 17. Hier wird die Speicherstelle nur durch einen einzigen Transistor mit einer Kapazität gebildet. Zum Schreiben in eine solche Speicherstelle wird der Transistor über die Zeilenleitung in einen leitenden Zustand versetzt. Der angeschlossene Kondensator erhält nun die Ladung, die durch die Spannung erzeugt wird. Nach einem Schreibvorgang wird der Transistor wieder gesperrt. Wird der Inhalt einer Speicherstelle gelesen, so ist zunächst die Zeilenleitung auf log. "1" zu setzen, damit der Kondensator sich über die Spaltenleitung entleeren kann, sofern er im Zustand log. "1" war. Hierdurch entsteht ein sehr geringer Spannungsimpuls auf der Spaltenleitung, der durch empfindliche Leseverstärker auf den erforderlichen TTL-Pegel gebracht wird.

Eine weitere Möglichkeit besteht darin, den Kondensator des dritten Beispiels durch einen MOS - FET - Transistor zu ersetzen. Dann natürlich sind wiederum drei Transistoren erforderlich. Dieses bedingt auch eine komplette Änderung des allgemeinen Aufbaus einer Speicherstelle, so wie es im vierten Beispiel der Abbildung 17 gezeigt ist. Die Zeilen- und Spaltenleitungen werden nach Schreib- und Leseleitung unterschieden. Je nachdem, ob geschrieben oder gelesen werden soll, wird die entsprechende Zeile- Spaltenleitung auf log. "1" gesetzt. Dadurch wird der Transistor T1 leitend, und T2 kann das Gate mit dem logischen Zustand der Spaltenleitung aufladen. Der Vorteil dieser Technologie liegt darin, daß das Spannungssignal bei log. "1" wesentlich höher ist als im dritten Beispiel und somit auch die Anforderungen an die Leseverstärker geringer sind.

Der eigentlich Aufwand der dynamischen Festwertspeicher liegt in der Verwaltung der Speicherstellen. Um die Speicherwirkung aufrecht zu halten, muß der gesamte Speicherinhalt alle 1...2 ms wieder aufgefrischt (refreshed) werden. Zu diesem Zweck müssen alle Lese- und Schreibadressen aktiviert werden. Grundsätzlich lassen sich zwei Methoden des Refreshs unterscheiden :

Bei der BURST-Methode werden alle 1...2 ms alle Adressen einmal durchlaufen, während in der DISTRIBUTED - Methode das Durchlaufen über die gesamte Zeitdauer verteilt wird. Während dieser Zeit kann der Rechner weiterhin Speicherzu-

griffe abarbeiten. Von dem Problem des Auffrischens sind die Z 80 - CPU - Anwender befreit, da in diesem Prozessortyp bereits die vollständige Refreshlogik integriert ist, und der entsprechende Impuls am Steckeranschluß auf der Rückseite des Spektrums zur Verfügung steht. Die Abbildung 18 zeigt Ihnen das Blockschaltbild des sehr verbreiteten dynamischen Bausteins vom Typ 4116 mit einer Kapazität von 16 KB x 1 Bit. In diesem Zusammenhang soll noch auf eine Besonderheit bei dynamischen Festwertspeichern hingewiesen werden :

Der 4116 besitzt insgesamt 16 384 Speicherstellen, die in 128 Zeilen und 128 Spalten aufgeteilt sind. Zwischen jeweils 64 Zeilen befindet sich ein Leseverstärker.

Um die gesamte Kapazität adressieren zu können, wären 14 Adressleitungen ($2^{14} = 16\,384$) notwendig. Adressiert man aber die Spalten und Zeilen getrennt, so wären hierzu nur 7 Adressleitungen notwendig. Dieses Verfahren setzt aber einen Multiplexbetrieb zur Steuerung des zeitlichen Ablaufs der Adressleitungen voraus. Die Anschlüsse RAS (Row Address Strobe) und CAS (Column Address Strobe) sind die Übernahme-signale für die Zeilen- bzw. Spaltenadresse. Die negative Flanke des Signals veranlaßt die Übernahme der Adresse, die mit bestimmten Verzugszeiten am Adressbus anliegen muß. Erst wenn das WRITE-Eingangssignal (WR) log. "1" und auch die Adresse übernommen ist, wird die Ausgangsinformation am Anschluß "DATEN AUSGANG" (D-out) zur Verfügung gestellt. Die Zeitdiagramme des Lesens und Schreibens sind in der Abbildung 21 dargestellt.

Um aber größere Datenmengen zu übertragen, bieten diese Speicher noch die Möglichkeit, im sogenannten PAGE - MODE (seitenweise) zu arbeiten. Dazu wird als erstes eine Zeilenadresse unter Berücksichtigung des RAS-Signals an den Speicher gegeben. Während diese nun konstant bleibt, wird in einem bestimmten Takt nur noch die Spaltenadresse mit dem CAS-Signal geändert. Solange dieses WR-Signal log. "1" ist, werden die Speicherinhalte ausgelesen, bei WR = log. "0" werden die Speicherinhalte beschrieben. Die entsprechenden Zeitdiagramme des PAGE-Modes werden in der Abbildung 23 dargestellt. Als typisches Beispiel werden Ihnen für den 4116 die wichtigsten technischen Daten in den Abbildungen 19 - 24 aufgeführt.

(Literaturhinweis der Zeitdiagramme MITSUBISHI ELECTRIC)

Abbildung 19

Empfohlene Betriebsdaten des 4116

	Symbol	min.	typ.	max.	Einheit
Versorgungsspannung	Vdd	10.8	12.0	13.2	Volt
Versorgungsspannung	Vcc	4.5	5.0	5.5	Volt
Versorgungsspannung	Vbb	-4.5	-5.0	-5.7	Volt
High-Pegel RAS, CAS	Vih1	2.7	-	7.0	Volt
High-Pegel AO-6, Din	Vih2	2.4	-	7.0	Volt
Low-Pegel für Eing.	Vil	-1.0	-	0.8	Volt

Abbildung 20

Zeitbedingungen für Schreiben-Lesen und Refresh

	Symb.	4116-2		4116-3		4116-4		Ein
		min	max	min	max	min	max	
Refresh-Zeit	tREF		2		2		2	ms
RAS-High-Impulszeit	tRP	100		120		150		ns
RAS-Low -Impulszeit	tRAS	150	10000	200	10000	250	10000	ns
CAS-Low -Impulszeit	tCAS	100		135		165		ns
CAS-Holdtime für RAS	tCSH	150		200		250		ns
RAS-Holdtime für CAS	tRSH	100		135		165		ns
Verzugszeit RAS'CAS	tRCD	20	50	25	65	35	85	ns
Verzugszeit CAS'RAS	tCRP	20		20		20		ns

Abbildung 21

Schaltzeiten des 4116 -- Lesezyklus

	Symb.	4116-2		4116-3		4116-4		Ein
		min	max	min	max	min	max	
Lesezykluszeit	tRC	320		375		410		ns
Daten Haltezeit	tCAC		100		135		165	ns
RAS Zugriffszeit	tRAC		150		200		250	ns

Schaltzeiten des 4116 -- Schreibzyklus

	Symb.	4116-2		4116-3		4116-4		Ein
		min	max	min	max	min	max	
Schreibzykluszeit	tRC	320		375		410		ns
Haltezeit für CAS	tWCH	45		55		75		ns
Haltezeit für RAS	tWCR	95		120		160		ns
RAS-Zeit für Schreib.	tRWL	50		70		85		ns
CAS-Zeit für Schreib.	tCWL	50		70		85		ns

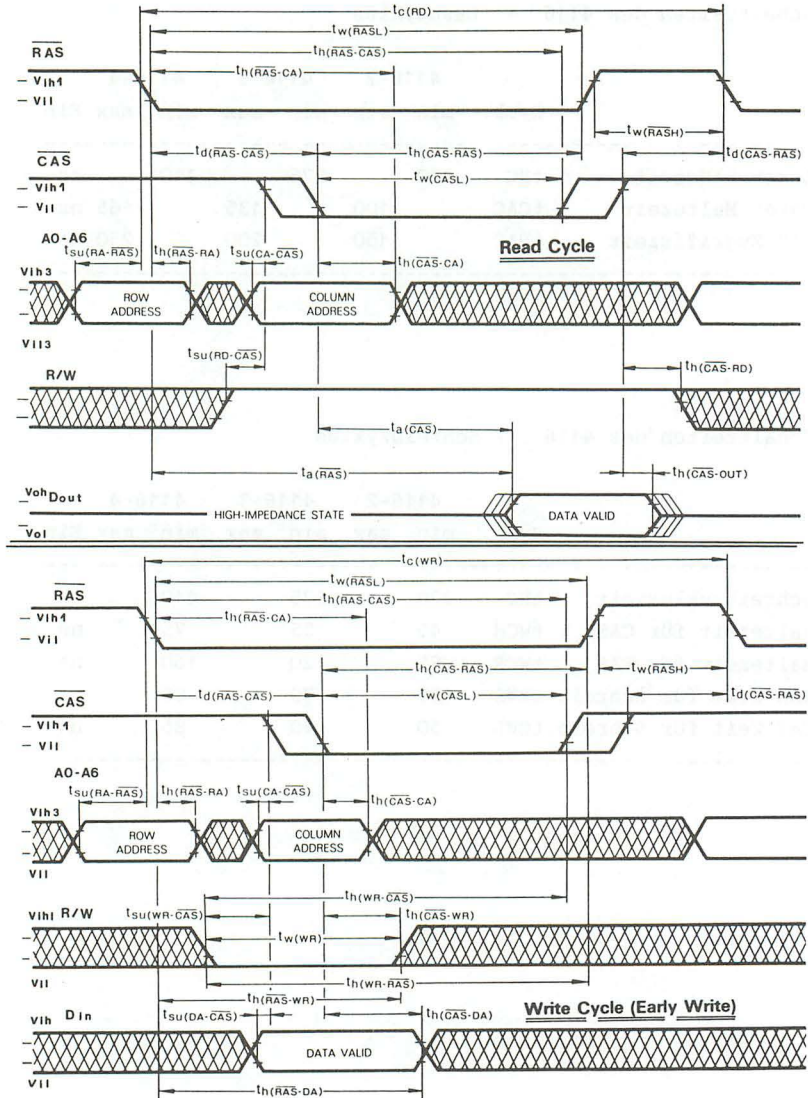
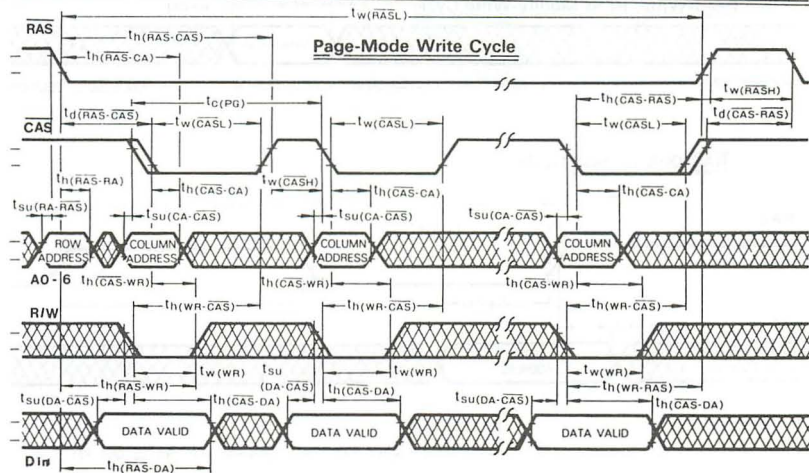
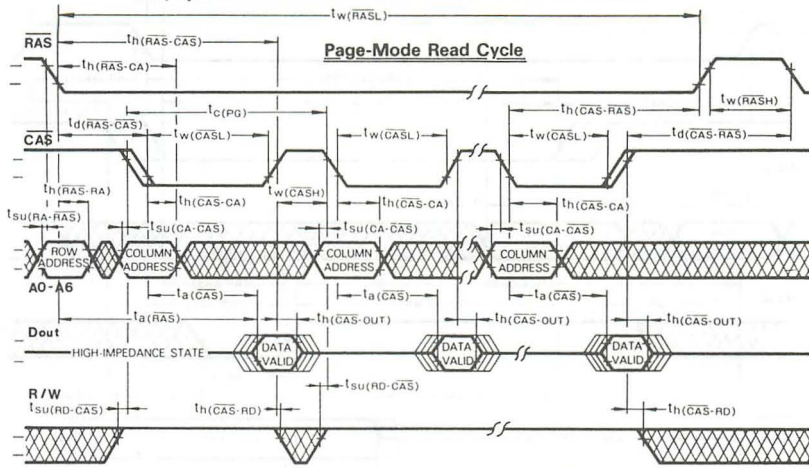
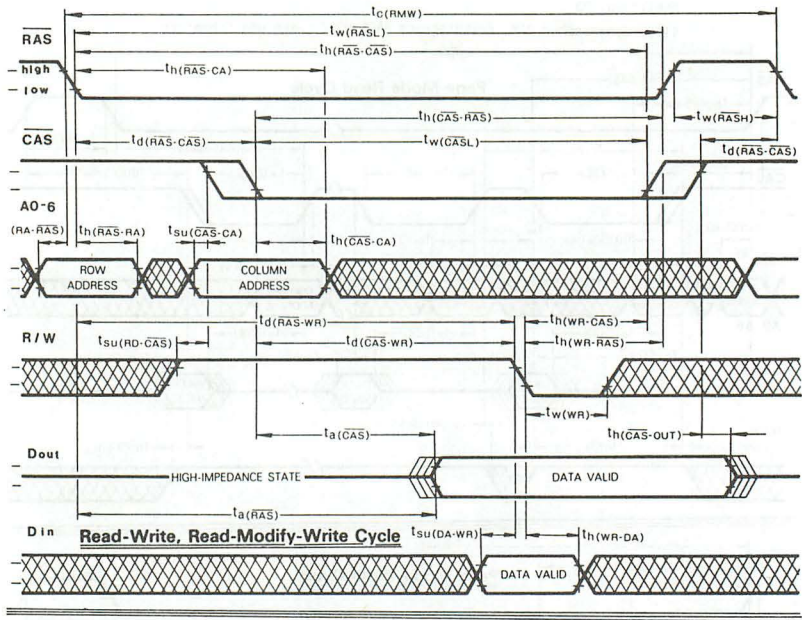


Abbildung: 23
 4116, dynamischer RAM, Zeitdiagramm PAGE MODE Lesen und Schreiben



4116
16384-BIT (16384-WORD BY 1-BIT)
DYNAMIC RANDOM-ACCESS MEMORY



RAS-Only Refresh Cycle

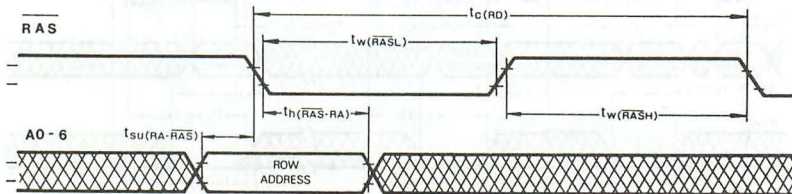


Abbildung: 24

4116, dynamischer RAM, Zeitdiagramm READ-WRITE und REFRESH

Quellennachweis: 4116, dynamischer RAM Datenblatt MITSUBISHI ELECTRIC

5.4. EPROM (Erasable PROM - löschbarer PROM)

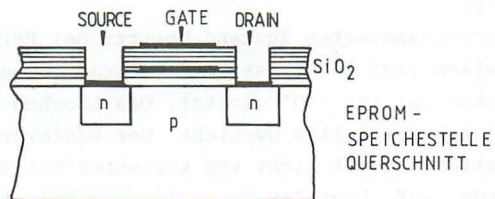
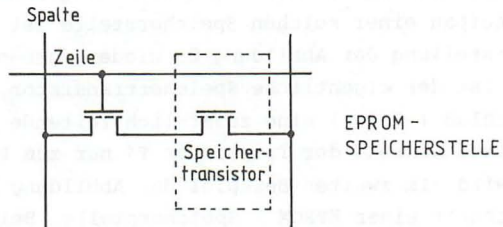
Aus dem wesentlichen Nachteil der Nichtänderbarkeit der PROMs wurden die sogenannten EPROMs entwickelt, lösch- und wiederprogrammierbare Festwertspeicher.

Der interne Aufbau eines EPROMs ähnelt daher sehr dem des PROMs, nur mit der Ausnahme, daß je Speicherstelle zwei in Serie geschaltete MOS-Transistoren notwendig sind. Der prinzipielle Aufbau einer solchen Speicherstelle ist in der ersten Darstellung der Abbildung 25 wiedergegeben. Der Transistor T2 ist der eigentliche Speichertransistor, bei dem im Steueranschluß (Gate) eine zusätzlich leitende Schicht angebracht ist, während der Transistor T1 nur zum Programmieren benötigt wird. Im zweiten Beispiel der Abbildung 25 sehen Sie den Querschnitt einer EPROM - Speicherstelle. Beim Programmieren einer solchen Speicherstelle wird dem Steueranschluß eine Spannung von ca. 25 Volt zugeführt. Durch diesen hohen Impuls wird erreicht, daß die Ladung durch die Gateschicht eindringen kann und bedingt durch die gute Isolation auch erhalten bleibt.

In einem unprogrammierten Zustand besitzt der EPROM auf allen Speicherstellen log. "1". Erst beim Programmieren werden die erforderlichen auf log. "0" gesetzt. Das Löschen eines EPROMs geschieht durch spezielles UV-Licht. Der Löschvorgang tritt mit der Bestrahlung mit Licht von kürzester Wellenlänge, ca. 4000 Angström, auf. Laut den Herstellerangaben soll die empfohlene Dosis mindestens 15 Ws/cm² betragen. Danach ergibt sich eine optimale Löszeit von 12 bis 25 Minuten je nach Typ und Ausführung. Beachten Sie auch bitte beim Einsatz von EPROMs, daß Neonlicht oder auch intensive Sonnenbestrahlung UV-Licht ausstrahlen, so daß unter ungünstigen Bedingungen Informationen verlorengehen können. Aus diesem Grund empfiehlt es sich, nach dem Programmieren eines EPROMs das Löschenfenster mit einem Stück schwarzen Isolierband abzukleben. Die Bestrahlung der Löschlampe ist äußerst schädlich für die Augen. Tragen Sie eine Schutzbrille und achten Sie beim Kauf eines Löscherätes unbedingt darauf, daß im geöffneten Zustand die Löschlampe immer automatisch abgeschaltet ist.

ABBILDUNG: 25

EPROM



Der für den Hobbymarkt zur Zeit am weitesten verbreitete EPROM ist der 1716 mit einer Kapazität von 2KB x 8 Bit. Für diesen Speichertyp wird Ihnen im Verlaufe dieses Buches ein eigenes Programmierboard zum Nachbau zur Verfügung gestellt werden. Der 2716, dessen Blockschaltbild Sie in der Abbildung 26 wiederfinden, zeichnet sich durch folgende Vorteile aus :

- geringer Preis
- 2 KB Kapazität
- nur 5 Volt Betriebsspannung beim Lesen
- TTL - kompatibel
- pinkompatibel mit dem statischen RAM 6116

Neben den erforderlichen 11 Adressanschlüssen A10 - A0 (2^{10} = 2048) und den 8 Datenanschlüssen (D7 - D0) verfügt der EPROM noch über einige spezielle Anschlüsse, die im folgenden erläutert werden :

Vpp , Pin 21 , Programmierspannung

Dieses ist der Anschluß der 25 Volt Programmierspannung, die während der gesamten Programmierzeit konstant gehalten werden muß.

OE (PD / PGM) , Pin 18 (Output Enable oder Power Down Program)

Dieser Anschluß wird in der Literatur einmal mit Output Enable oder mit Power Down Program bezeichnet. Im normalen Lesebetrieb wird die Verlustleistung des EPROMs um 75 % reduziert, wenn diesem Anschluß ein H-Pegel zugeführt wird, da dann die Ausgangstreiber in einen hochohmigen Zustand versetzt werden, und der IC im sogenannten Stand by Betrieb arbeitet. In Netzversorgten Geräten ist dieser Anschluß mit der gemeinsamen Masse zu verbinden, während es bei batteriebetriebenen Einheiten es sinnvoll ist, Pin 18 mit dem Chip-Select zu verbinden, um so eine geringe Stromaufnahme zu erreichen. Beim Programmieren spielt der Anschluß 18 eine große Rolle. Nachdem die Daten, die Adressen und Chip-Select am EPROM anliegen, erfolgt durch einen 50 ms H-Impuls die Programmierung eines

Bytes.

CS , Pin 20 , Chip Select

Wird der Speicher angesprochen, muß am Chip Select Eingang ein L-Pegel anstehen, beim Programmieren dagegen ist ein H-Pegel erforderlich.

ABBILDUNG: 26
BLOCKSCHALTBILD
E P R O M

2 7 1 6

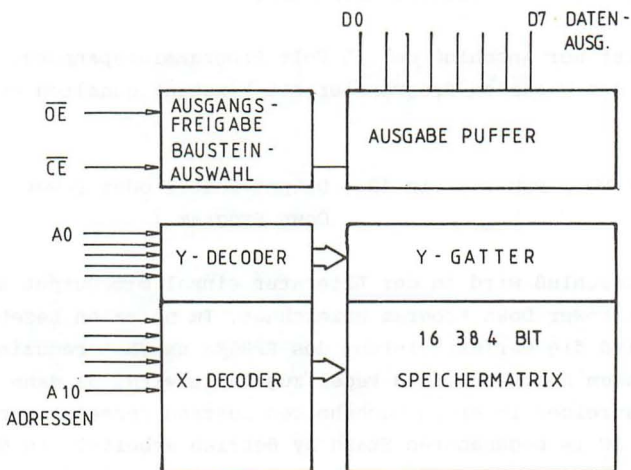
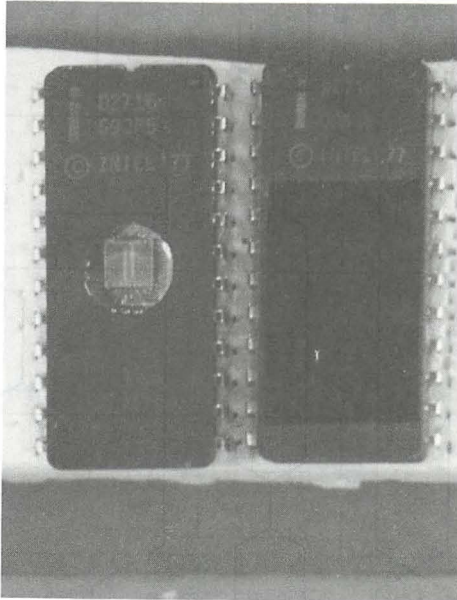


Abbildung: 27

2716 EPROM links mit offenem Löschenfenster, rechts mit abgeklebtem



ABILDUNG: 28

ZEITBEDINGUNGEN DER EPROM-PROGRAMMIERUNG BEIM 2716

CHIP-SELECT, ADRESSE UND DATEN MÜSSEN VOR DEM PROGRAMMIERIMPULS ANLIEGEN. DIE ZEITEN:

$T_{AS} - T_{PS} - T_{CSS}$ MÜSSEN MINDESTENS ZUS BETRAGEN

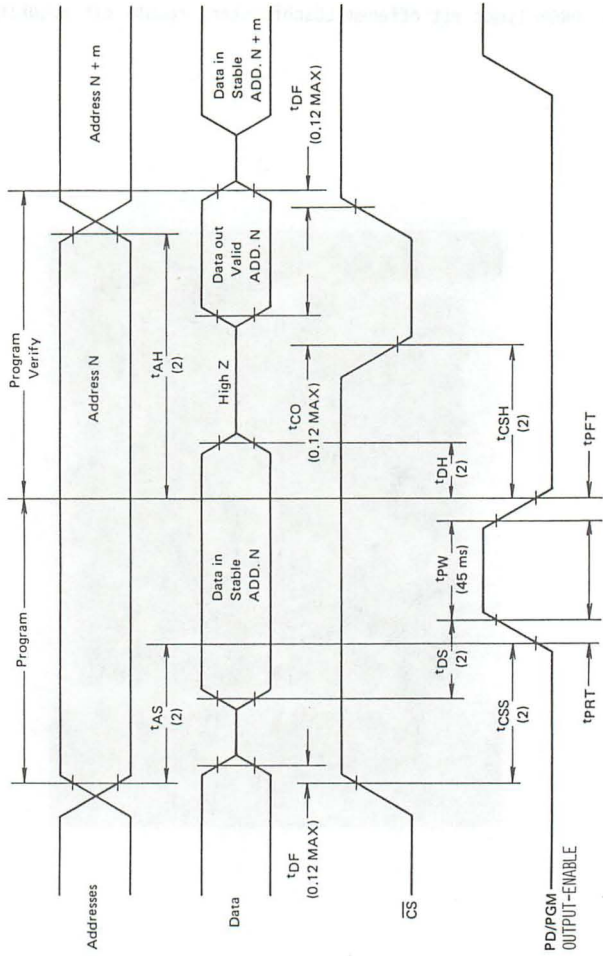
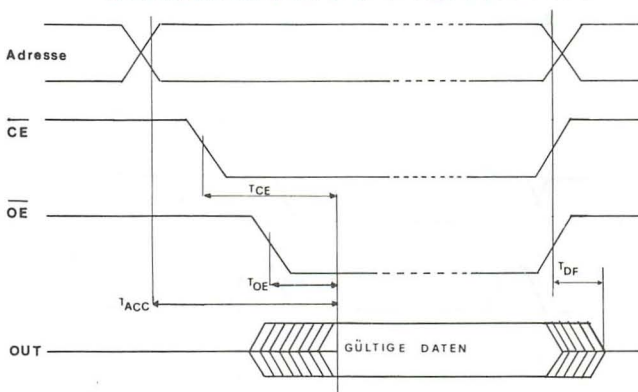


Abbildung : 29
 Zeitdiagramm des EPROM 2716 (Texas Instruments)

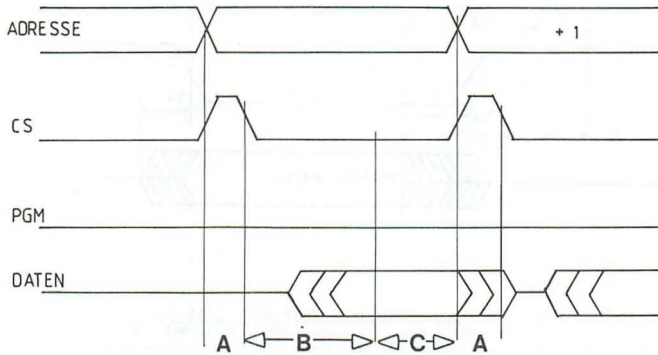


Symbol	Bedeutung	2716		2716-1		2716-2		2716-5		2716-6	
		min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.	min.	max.
T _{ACC}	Adr.-Ausgabe	450	350	390	450	450					
T _{CE}	CE-Ausgabe	450	350	390	490	650					
T _{OE}	OE-Ausgabe	120	120	120	160	200					
T _{DF}	OE 'H'	0	100	0	100	0	100	0	100	0	100

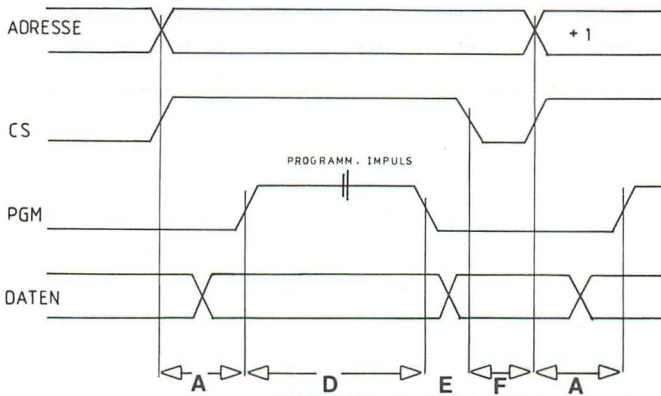
(Quellenhinweis: Texas Instruments Datenblatt)

Abbildung: 30

Zeitdiagramm des EPROM 2716 (LESEN und PROGRAMMIEREN)



---- L E S E N ----



---- P R O G R A M M I E R E N ----

- | | |
|----------------------------------|--|
| A = Adresse ausgeben, CS = "1" | B = CS = "0", Verzögerung bis Daten stabil |
| C = Daten lesen, Adresse erhöhen | D = Programmierimpuls für 50 ms |
| E = Lesebereitschaft, CS = 0 | F = Daten lesen und prüfen |

6. PARALLEL - IN - OUT - INTERFACE

Will man mit der Umwelt durch seinen Rechner in Verbindung treten und Daten zur Steuerung nach außen geben oder diese empfangen und verarbeiten, so kann dies nur über eine spezielle Schnittstelle geschehen. Durch die Programmierbarkeit dieser Bausteine lassen sich die unterschiedlichsten peripheren Anwendungen realisieren. Funktionell sind alle diese Schaltkreise in folgende interne Baugruppen einteilbar :

- Kontroll- und Steuerlogik
- Datenbuspuffer
- programmierbare Ein-Ausgänge, mindestens 8

Im folgenden werden wir Ihnen die Vielfältigkeit eines solchen Interface Bausteins erläutern. Es handelt sich hierbei um den 8255, der bezüglich der Konzeption dem Prozessortyp 8080 zuzuordnen ist und gegenüber der gebräuchlichen Z80-PIO zwei wesentliche Vorteile aufweist :

- einfachere Programmierbarkeit
- 24 programmierbare Ein-Ausgänge

6.1 Aufbau der PIO

Das Blockschaltbild des 8255 ist Ihnen in der Abbildung 31 wiedergegeben, die entsprechende Pinbelegung finden Sie in der Abbildung 32.

Der 8255 ist in folgende Funktionsgruppen aufgeteilt:

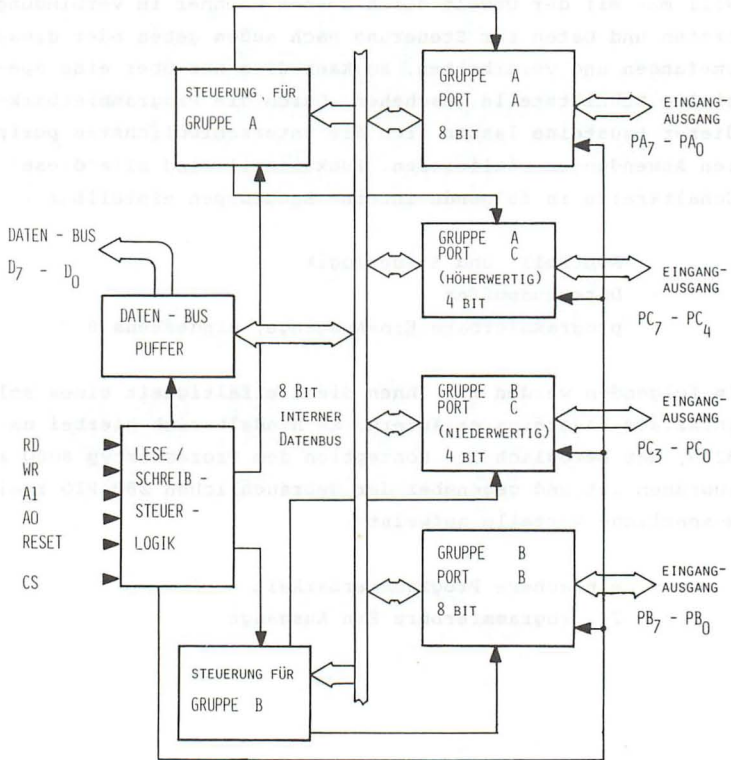
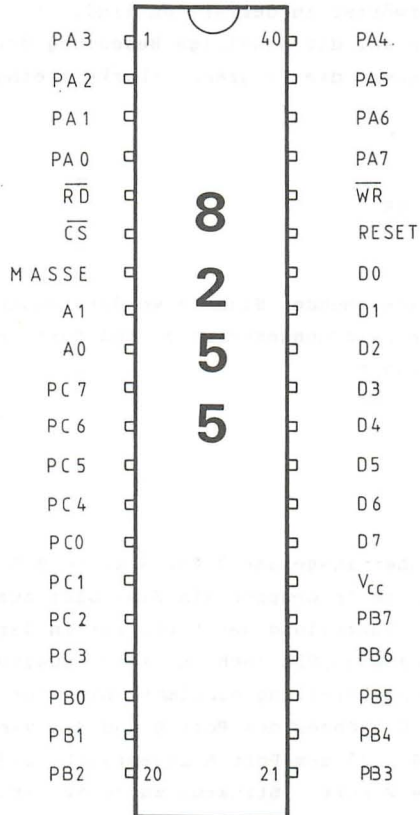


ABBILDUNG: 31
BLOCKSCHALTBILD DES 8255

8255

ABBILDUNG : 32 PINBELEGUNG 8 2 5 5



1. SCHREIB - LESE - STEUERLOGIK

Dieser Teil übernimmt alle Verbindungsaufgaben zwischen dem angeschlossenen Rechner und dem zu betreibenden peripheren Gerät. Hier wird auch bestimmt, ob die Ports des ICs als Ein- oder Ausgänge arbeiten, und ob die anstehenden Signale als Daten- oder Steuerwörter zu definieren sind. Im Verlauf dieses Kapitels wird noch auf die jeweilige Bedeutung der Anschlüsse dieses Bausteins sowie die Programmierbarkeit eingegangen werden.

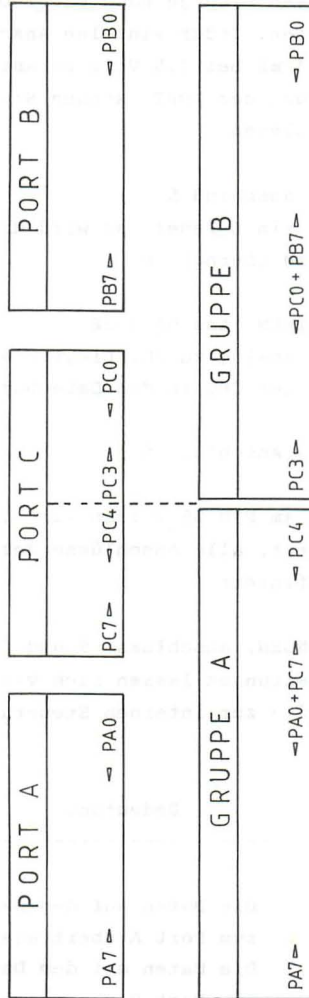
2. DATENBUS - PUFFER

Alle vom Rechner ankommenden Signale werden zunächst in diesem Funktionsblock zwischengespeichert und dort der weiteren Verarbeitung zugeführt.

3. PORT

Der 8255 verfügt über insgesamt 3 Ports zu je 8 Bit, die sowohl einzeln als auch in Gruppen als Ein- oder Ausgänge anzusprechen sind. Die Aufteilung der Ports ist in der Abbildung 33 dargestellt. Beachten Sie auch in diesem Zusammenhang, daß der Port C eine Sonderstellung einnimmt. Die vier niederwertigsten Bits C0 - C3 können dem Port B und die vier höchstwertigsten Bits C4 - C7 dem Port A zugeordnet werden, wobei dann der 8255 eine 2 Port - Struktur zu je 12 Bits aufweist. Der 8255 verfügt über insgesamt 40 Anschlüsse, deren Bedeutung Sie im folgenden näher kennenlernen :

ABBILDUNG : 33 PORTSTRUKTUR DES 8 2 5 5



Maßstab: 1:2

PORT A, Datenbits PA7 - PA0, Anschlüsse 37 - 40 und 1 - 4
PORT B, Datenbits PB7 - PB0, Anschlüsse 25 - 21 und 20 - 18
PORT C, Datenbits PC7 - PC0, Anschlüsse 18 - 10

Die 24 Eingänge lassen sich je nach Betriebsart als Ein- oder Ausgänge programmieren. Jeder einzelne Anschluß ist TTL-kompatibel und kann mit 1 mA bei 1,5 Volt belastet werden.

Näheres zur Handhabung der PORTs können Sie im Abschnitt "Betriebsarten" nachlesen.

READ (RD), LESEN, Anschluß 5

Liegt am Anschluß 5 ein L-Pegel, so wird die CPU veranlaßt, Daten von dem 8255 zu übernehmen.

WRITE (WR), SCHREIBEN, Anschluß 36

Dieser Pin arbeitet analog zu RD. Liegt hier ein L-Pegel an, so werden Daten von der CPU in den Datenbus-Puffer eingelesen.

RESET, ZURÜCKSETZEN, Anschluß 35

Durch einen H-Pegel am Pin 35 werden alle internen Register der 8255 zurückgesetzt, alle Anschlüsse der Ports A, B und C sind als Eingabe definiert.

AO, A1, ADRESSLEITUNGEN, Anschlüsse 9 und 18

Mit diesen beiden Leitungen lassen sich vier unterschiedliche Adressen erzeugen, die zur internen Steuerung der 8255 ausreichen.

A 1	A 0	Bedeutung
0	0	Die Daten auf dem Datenbus werden zum Port A übertragen.
0	1	Die Daten auf dem Datenbus werden zum Port B übertragen.

- | | | |
|---|---|--|
| 1 | 0 | Die Daten auf dem Datenbus werden zum Port C übertragen. |
| 1 | 1 | Die Daten auf dem Datenbus werden als Steuerinformationen interpretiert. |

CS (CHIP SELECT), BAUSTEINAUSWAHL, Anschluß 6

Wie aus der Anschlußbelegung der 8255 ersichtlich war, wird dieser IC nur mit zwei Adressleitungen, A1 und A0, angesprochen. Um eine Mehrfachbelegung auszuschließen, muß aber gewährleistet sein, daß alle anderen gültigen Adresskombinationen mit A1 und A0 nicht zum Ansprechen des 8255 führen. Aus diesem Grund ist noch der Pin CHIP SELECT vorgesehen. Solange nämlich am Anschluß 6 ein H-Pegel anliegt, kann der 8255 nicht angesprochen werden, gleichgültig, welche Kombination an den Pins A1 und A0 anliegt. Erst durch einen L-Pegel wird der 8255 freigegeben. Dadurch ist es auch mit einer einfachen Adressdecodierung möglich, mehrere Interfacebausteine anzusprechen, indem man nur zum richtigen Zeitpunkt bei dem gewünschten IC dem CS-Anschluß einen L-Pegel zuführt.

6.2 Betriebsarten der 8255

Wie schon zu Anfang erwähnt, läßt sich der 8255 in drei unterschiedlichen Betriebsarten anwenden :

- | | |
|------------------------|---|
| BETRIEBSART (MODE) 0 | Standard Ein-Ausgabe ohne Quittungssignalen |
| BETRIEBSART (MODE) 1 | Ein- oder Ausgabe (getaktet) mit Quittungssignale (Handshaking Betrieb) |
| BETRIEBSART (MODE) 2 | Bidirektionaler Bus mit Quittungssignalen |

Zur Definition der drei Betriebsarten dienen sogenannte Steuerwörter, auf deren Bedeutung wir nun im einzelnen eingehen werden. Der allgemeine Aufbau des Steuerwortes ist in der Abbildung 34 wiedergegeben.

Abbildung 34: Aufbau des Steuerwortes

Das Steuerwort besteht aus drei Teilen: dem Steuerwortkopf, dem Steuerwortkörper und dem Steuerwortfuß. Der Steuerwortkopf enthält die Betriebsart, die Steuerwortkörper die Steuerart und der Steuerwortfuß die Steuerklasse. Die Bedeutung der Steuerwörter ist in der Abbildung 34 wiedergegeben.

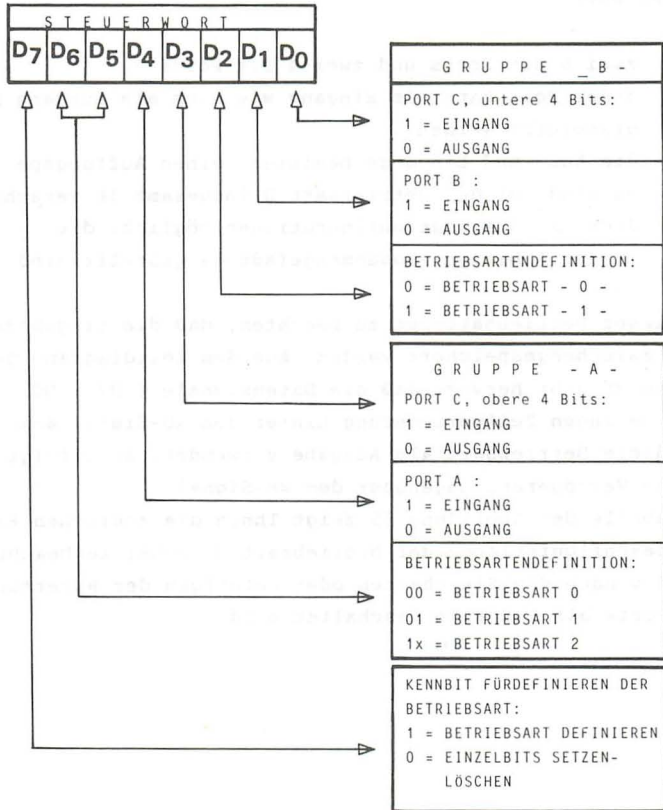
3.1 Betriebsarten des BSK

Wie schon im Anfang erwähnt, läßt sich der BSK in drei unterchiedlichen Betriebsarten verwenden:

- 1. Betriebsart (MODE) 0: Standard Ein-Ausgabe ohne Qualitätskontrolle
- 2. Betriebsart (MODE) 1: Ein- oder Ausgabe (extern) als Qualitätskontrolle (Handwriting Control)
- 3. Betriebsart (MODE) 2: Bidirektionaler Bus als Qualitätskontrolle

Abbildung: 34

Allgemeiner Aufbau des Steuerwortes der PIO $\pi 255$



6.2.1. Betriebsart (Mode) 0

Die Standard-Betriebsart ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet :

- zwei 8 Bit Ports und zwei 4 Bit Ports
- jeder Port kann als Eingang wie auch als Ausgang programmiert werden
- die Aus- und Eingänge besitzen keinen Auffangspeicher
- es sind bei der Betriebsart 0 insgesamt 16 verschiedene Ein-Ausgangskonfigurationen möglich, die in der Abbildung zusammengefaßt dargestellt sind.

Bei dieser Betriebsart ist zu beachten, daß die Eingabedaten nicht zwischengespeichert werden. Aus dem Zeitdiagramm der Abbildung 36 geht hervor, daß die Datensignale (D7 - D0) mit einer geringen Zeitverzögerung hinter dem RD-Signal ankommen. Wird diese Betriebsart als Ausgabe verwendet, so erfolgt die gleiche Verzögerung gegenüber dem WR-Signal.

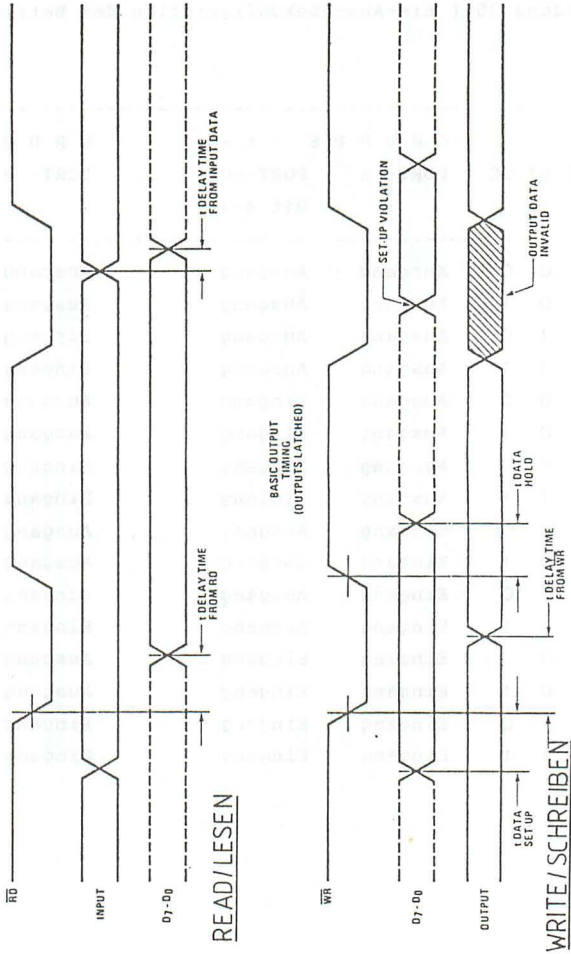
Die Tabelle der Abbildung 35 zeigt Ihnen die möglichen Ein-Ausgabekonfigurationen der Betriebsart 0, wobei zu beachten ist, daß nach dem Einschalten oder Betätigen der Resettaste alle Ports als Eingänge geschaltet sind.

Abbildung 35 (Ein-Ausgabekonfiguration der Betriebsart 0)

				G R U P P E - A -		G R U P P E - B	
D4	D3	D1	DO	PORT--A	PORT--C Bit 4-7	PORT--B	PORT--C Bit 0-3
0	0	0	0	Ausgang	Ausgang	Ausgang	Ausgang
0	0	0	1	Ausgang	Ausgang	Ausgang	Eingang
0	0	1	0	Ausgang	Ausgang	Eingang	Ausgang
0	0	1	1	Ausgang	Ausgang	Eingang	Eingang
0	1	0	0	Ausgang	Eingang	Ausgang	Ausgang
0	1	0	1	Ausgang	Eingang	Ausgang	Eingang
0	1	1	0	Ausgang	Eingang	Eingang	Ausgang
0	1	1	1	Ausgang	Eingang	Eingang	Eingang
1	0	0	0	Eingang	Ausgang	Ausgang	Ausgang
1	0	0	1	Eingang	Ausgang	Ausgang	Eingang
1	0	1	0	Eingang	Ausgang	Eingang	Ausgang
1	0	1	1	Eingang	Ausgang	Eingang	Eingang
1	1	0	0	Eingang	Eingang	Ausgang	Ausgang
1	1	0	1	Eingang	Eingang	Ausgang	Eingang
1	1	1	0	Eingang	Eingang	Eingang	Ausgang
1	1	1	1	Eingang	Eingang	Eingang	Eingang

Quellenhinweis: 8255, Datenblatt NATIONAL SEMICONDUCTOR

Abbildung 36 Zeitdiagramm (Read - Write) bei der Betriebsart 0



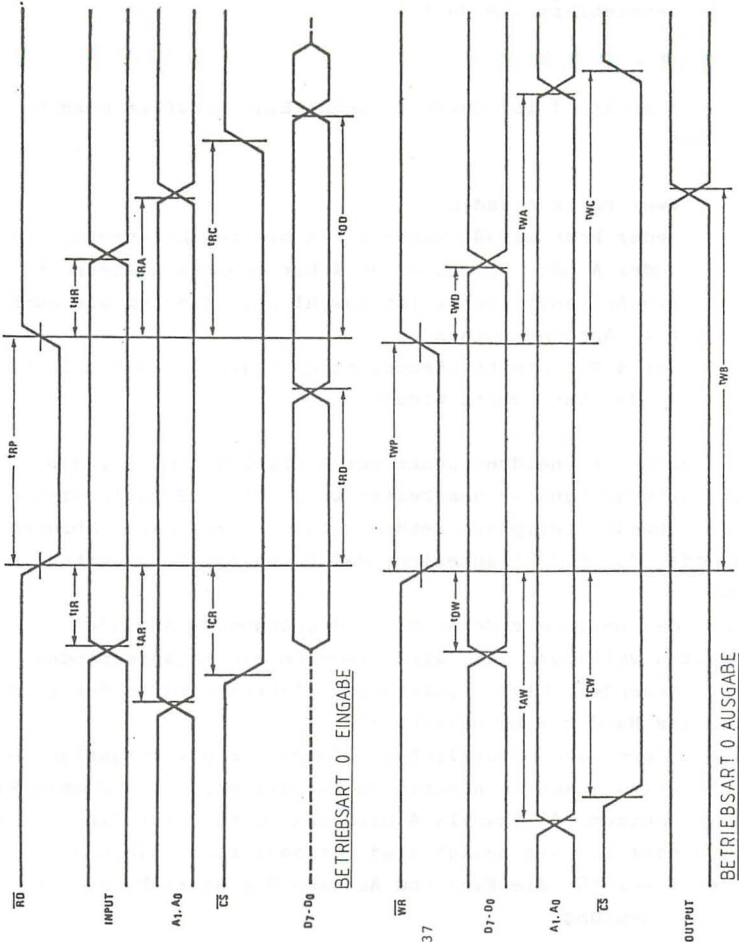


ABB 37

6.2.2. Betriebsart (Mode) 1

Die Betriebsart 1 ist durch folgende Eigenschaften gekennzeichnet :

- zwei Ports A und B
- jeder Port umfaßt einen 8 Bit breiten Datenport, entweder A oder B, und einen 4 Bit breiten Steuerport
- ein Auffangspeicher ist sowohl beim Eingang als auch beim Ausgang vorhanden.
- der 4 Bit breite Steuerport gibt die logischen Zustände des Datenports wieder.

Der Hauptunterscheidungspunkt zur Betriebsart 0 ist, daß hier mit Quittungssignalen gearbeitet wird. Diese Signale dienen dazu, entweder periphere Geräte aufzufordern, Daten abzunehmen, oder der CPU mitzuteilen, daß Daten zur Verarbeitung anstehen.

Sobald das periphere Gerät die ordnungsgemäße Abnahme der Daten vollzogen hat, wird wiederum ein entsprechendes Signal gesendet. Dieses Quittungsverfahren wird in der Literatur als Handshaking bezeichnet.

Bedingt durch den zusätzlichen Aufwand der Quittungssignale sind nur insgesamt 16 Anschlüsse für die periphere Kommunikation zu nutzen, da jeweils 4 Bits des Ports C für die Übertragung dieser Signale belegt sind. Grundsätzlich haben die Steuerwörter für die Ein- und Ausgabe der Betriebsart 1 eine andere Bedeutung.

Betriebsart 1, Steuersignale E I N G A N G

STB Strobe Input

Anschluß PC4 für Port A
Anschluß PC2 für Port B

Ein L-Pegel an diesem Anschluß lädt die Daten in den Eingang- Auffangspeicher.

IBF Input Buffer Full
Anschluß PC5 für Port A
Anschluß PC1 für Port B

Ein H-Pegel an diesem Ausgang zeigt an, daß die Informationen in den Eingang- Auffangspeicher geladen worden sind. Dieses Signal stellt die logische Quittung, denn es wird von der negativen Flanke des STB-Signals erzeugt und von der positiven Flanke des RD-Signals gelöscht. Der Aufbau sowie die Wirkungsweise der Eingangs-Steuersignale bei der Betriebsart 1 sind in der Abbildung 38 oben dargestellt.

Betriebsart 1, Steuersignale A U S G A N G

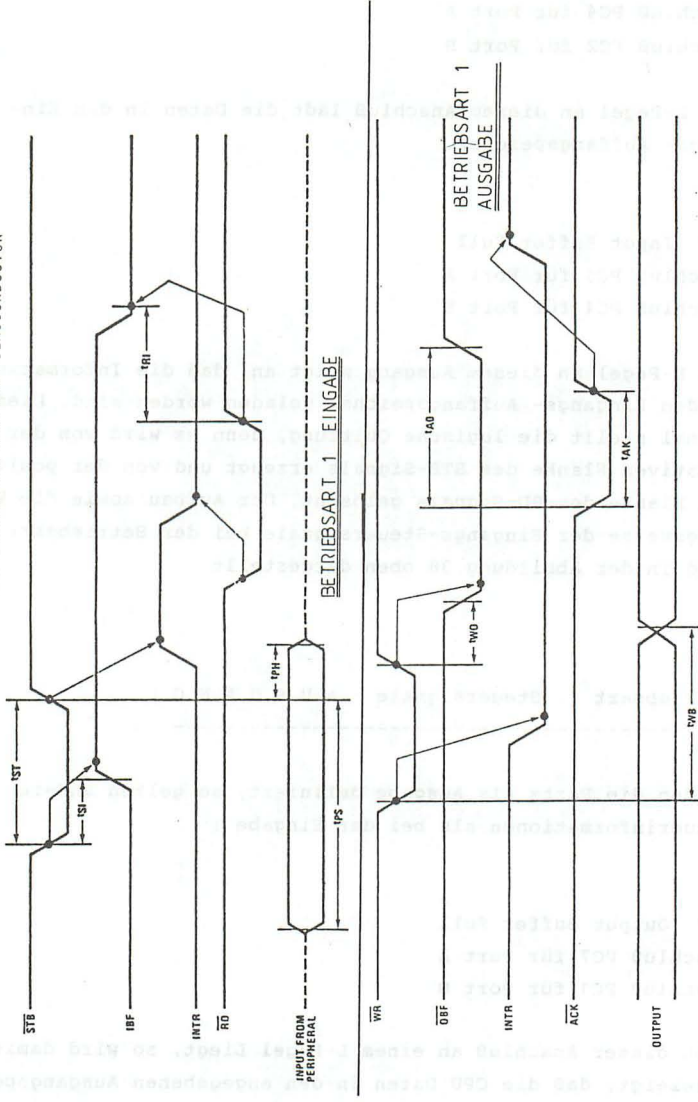
Werden die Ports als Ausgabe definiert, so gelten andere Steuerinformationen als bei der Eingabe :

OBF Output Buffer Full
Anschluß PC7 für Port A
Anschluß PC1 für Port B

Wenn dieser Anschluß an einem L-Pegel liegt, so wird damit angezeigt, daß die CPU Daten in den angegebenen Ausgangsport geschrieben hat. Das interne OBF Flip-Flop wird von der positiven Flanke des WR-Eingangs gesetzt und von der negativen

ABBILDUNG: 38

Quellenhinweis: 8255, Datenblatt NATIONAL SEMICONDUCTOR



Maßstab: 1:2

Abbildung: 39
 Port Konfiguration EINGANG
 Betriebsart - 1 -

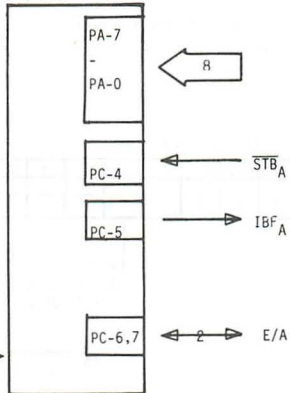
STEUERWORT

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	1	1		-	-	-

⋮
 ⋮
 ⋮

PC-6, PC-7
 1 = Eingang
 0 = Ausgang
 RD →

P O R T - A -



STEUERWORT

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	-	-	-	-	1	1	-

--
 RD →

P O R T - B -

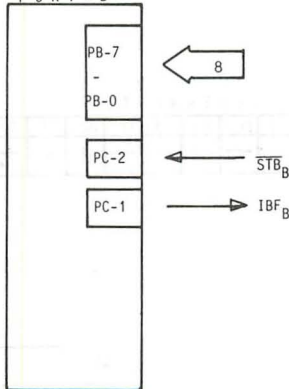
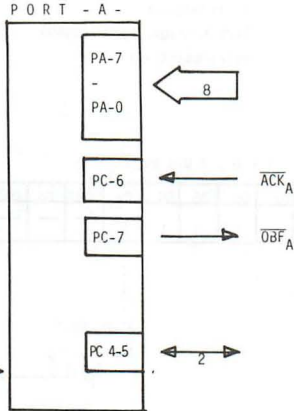


Abbildung: 40
 Port Konfiguration AUSGANG
 Betriebsart - 1 -

S T E U E R W O R T							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	0	1	0	—	—	—	—

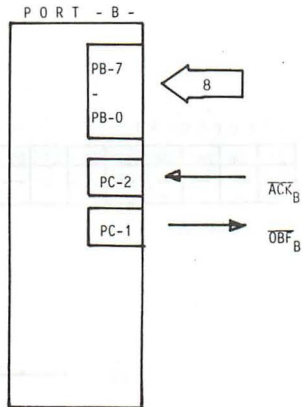
PC4 - 5
 1 = Eingang
 0 = Ausgang

\overline{WR}



S T E U E R W O R T							
D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	—	—	—	—	1	0	—

\overline{WR}



Flanke des ACK-Signals wieder gelöscht. Vergleichen Sie auch hierbei das Zeitdiagramm in der Abbildung 38 unten.

ACK Acknowledge Input
Anschluß PC6 für Port A
Anschluß PC2 für Port B

Dieses Bestätigungssignal zeigt durch einen L-Pegel an, daß die Daten von Port A oder B übernommen worden sind. Der ACK-Anschluß stellt eine Rückmeldung von der angeschlossenen peripheren Einheit dar, daß die von der CPU abgeschickten Daten empfangen worden sind. Liegt dagegen ein H-Pegel an, so befinden sich die tri-state Ausgaberegister in einem hochohmigen Zustand.

Der vollständige Aufbau der Steuersignale der Betriebsart 1, sowohl für die Eingabe als auch für die Ausgabe, ist in der Abbildung 39 ff wiedergegeben.

6.2.3. Betriebsart 2 (bidirektionale Ein-Ausgabe)

Diese Betriebsart bedeutet eine getaktete bidirektionale Bus-Ein-Ausgabe und ist nur für die Gruppe A der Ports möglich. Da seitens des ZX Spektrums kein Zugriff auf die Interruptvektoren möglich ist, scheidet die Betriebsart 2 aus. Aus diesem Grund wollen wir auch nicht auf die Einzelheiten eingehen.

6.3. Schaltungsaufbau

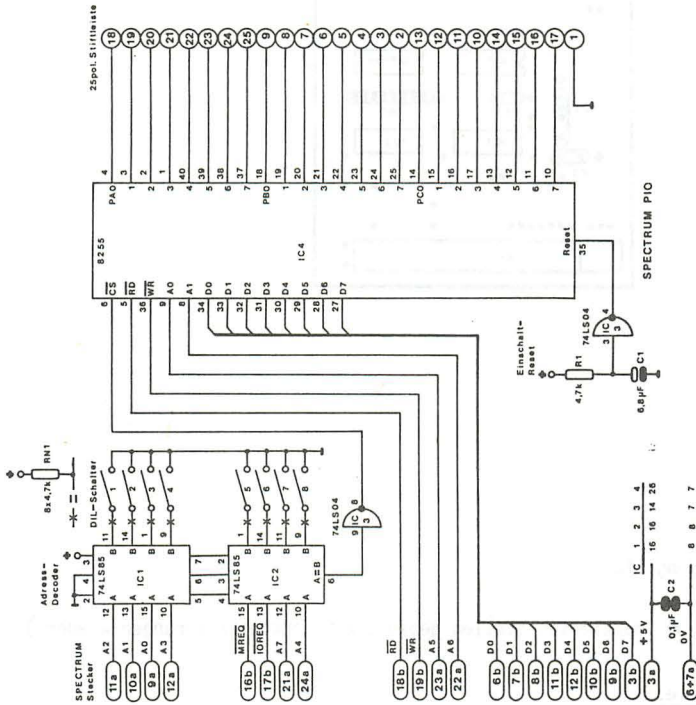
Der Schaltplan der PIO ist in der Abbildung 41 wiedergegeben. Die ICs 1 und 2 dienen der Adressdecodierung. Über einen DIL-Schalter sind Sie in der Lage, die PIO frei zu adressieren. Durch Schließen eines Schalters wird das dazugehörige Signal zur Adressdecodierung benutzt. Allerdings müssen Sie darauf achten, daß die Adresseinstellung nicht im Widerspruch zu den bereits belegten Adressen der internen Spektrumverwaltung steht. Wie bei allen weiteren Schaltungen haben Sie auch hier die Möglichkeit, die PIO als "Speicher" mit dem MREQ-Signal anzusprechen oder als Ein-Ausgabegeräte mit dem IORQ. Nur etwas Geübte sollten sich mit dem MREQ-Signal befassen, da hier etwas mehr Kenntnis der Arbeitsweise der CPU vorausgesetzt wird. Die periphere Anordnung um die Schaltkreise IC1 und IC2 werden Sie fast bei allen folgenden Anwendungen wiederfinden. Die folgende Möglichkeit der PIO-Adressierung kollidiert in keiner Weise mit den belegten Adressbereichen :

DIL - Schalter 8-fach							
S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
A2	A1	A0	A3	MREQ	IOREQ	A7	A4
-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----	-----

Bei dieser Standardadressierung der PIO ergeben sich folgende Adressen :

PORT A Adresse dezimal 31 = hexa. 1 F

ABBILDUNG: 41



Bestückungsplan
SPECTRUM-PIO

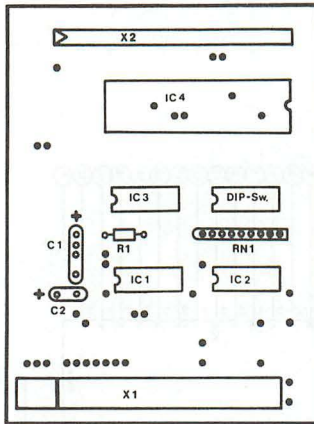


Abbildung: 42

(Die ● markierten Stellen geben die Durchkontaktierungen wieder)

Bauteile:

IC 1 = 74 LS 85

IC 2 = 74 LS 85

IC 3 = 74 LS 04

IC 4 = 8255

R1 = 4,7 k

RN1 = Widerstandswerk 8 x 4,7 k

C1 = Elko 6,8 μ F / 16 V

C2 = 100 nF

DIP-Sw = 8-fach DIL-Schalter

X1 = 28-poliger Spektrum-Stecker

X2 = 25-polige Stiftleiste

Abbildung: 43

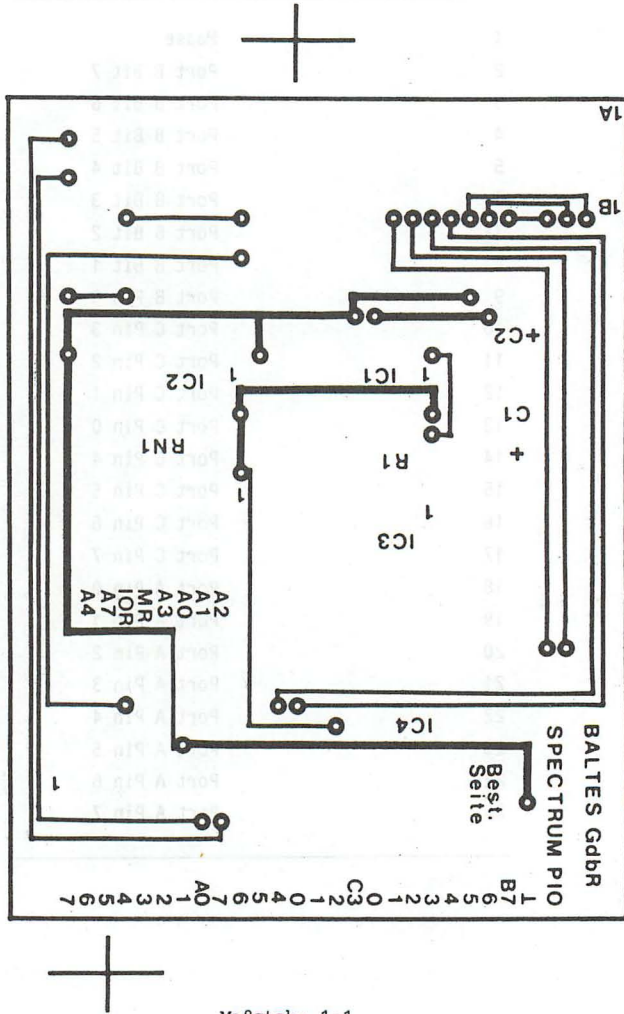
Steckerbelegung der PIO

25-poliger Steckleiste-Pin	Bedeutung
1	Masse
2	Port B Bit 7
3	Port B Bit 6
4	Port B Bit 5
5	Port B Bit 4
6	Port B Bit 3
7	Port B Bit 2
8	Port B Bit 1
9	Port B Pin 0
10	Port C Pin 3
11	Port C Pin 2
12	Port C Pin 1
13	Port C Pin 0
14	Port C Pin 4
15	Port C Pin 5
16	Port C Pin 6
17	Port C Pin 7
18	Port A Pin 0
19	Port A Pin 1
20	Port A Pin 2
21	Port A Pin 3
22	Port A Pin 4
23	Port A Pin 5
24	Port A Pin 6
25	Port A Pin 7

Abbildung: 44

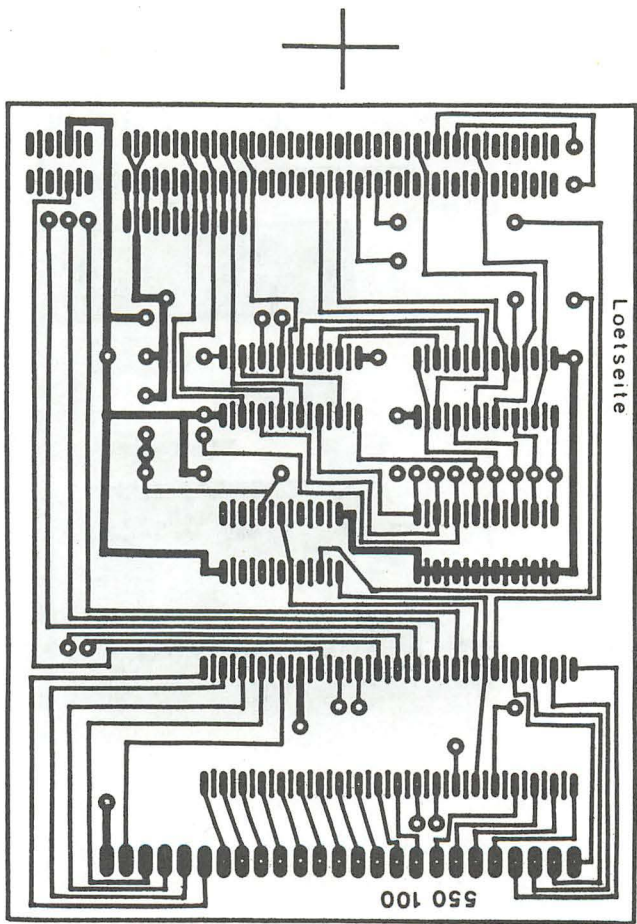
Platinenlayouts der PIO für die doppelseitige Version

**BESTÜCKUNGS-
SEITE**



Maßstab: 1:1

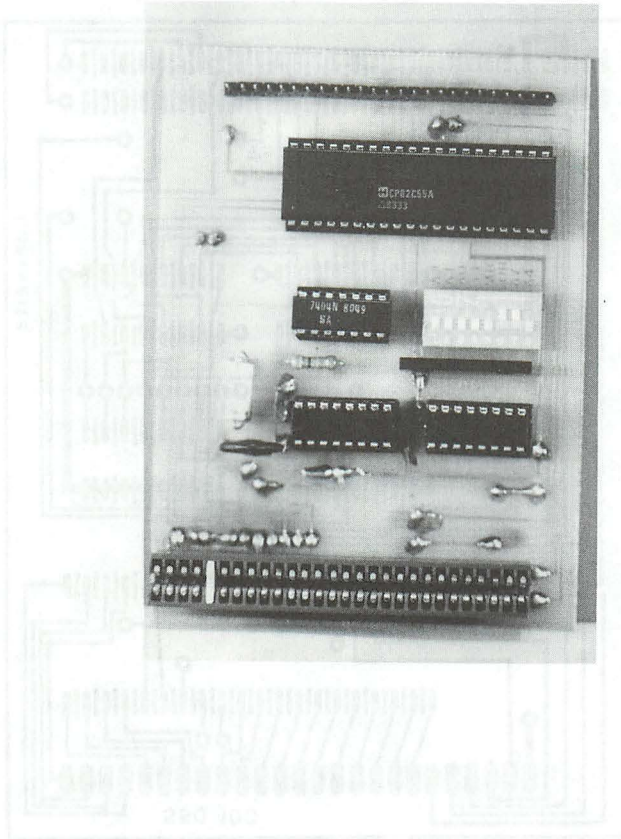
LÖTSEITE



Maßstab: 1:1

Abbildung: 45

Musteraufbau der PIO. Auch hier sind bei der Adressauswahl über den DIL-Schalter nur S6 und S7 aktiviert. Oben auf der Platine sehen Sie den Centronics-Anschlußstecker.



PORT B Adresse dezimal 63 = hexa. 3 F
PORT C Adresse dezimal 95 = hexa. 5 F
Steuer-
wort Adresse dezimal 127 = hexa. 7 F

Diese Adressen kollidieren nicht mit den Rechneradressen. Andere können dazu führen, daß die Farbe oder Tonsteuerung in irgendeiner Weise beeinträchtigt werden, was aber je nach Anwendung in Kauf genommen werden kann.

Das Platinenlayout der PIO ist in der Abbildung 44 wiedergegeben. Hierbei handelt es sich um eine doppelseitige Platine, die von Ihnen durchkontaktiert werden muß. Auf dem dazugehörigen Bestückungsplan in der Abbildung 42 sind diese Durchkontaktierungen besonders markiert. Sollten Sie in dieser Art der Arbeit noch keine große Erfahrung besitzen, so empfiehlt es sich, nach allen Durchkontaktierungen diese mit einem Ohmmeter auf Durchgang hin zu prüfen. Zum Durchkontaktieren stecken Sie in die vorgesehenen Bohrungen einen entsprechenden Draht, der allerdings kaum dünner sein darf als der Durchmesser der Bohrung, da er sonst beim Löten durchfällt. Löten Sie diesen Draht auf beiden Platinenseiten an, und kürzen Sie ihn dann entsprechend. Achten Sie auch darauf, daß sorgfältig gelötet wird und keine ungewollten Leiterbahnverbindungen entstehen, denn an manchen Stellen laufen die Kupferbahnen sehr dicht nebeneinander. Für die 8 Pull-up Widerstände zu je 4,7 K ist ein entsprechendes Widerstandsnetzwerk zu verwenden. Die Verbindung zum Spektrum geschieht über eine Sinclair Buchse. Periphere Geräte werden an der 25-poligen Steckerleiste angeschlossen. Diese Stecker sind im entsprechenden Rastermaß in allen Elektronikläden preiswert erhältlich.

6.4. Beispielprogramm für die PIO

```
0010 REM ***** Testprogramm fuer Spectrum PIO *****
0020 REM ----- Adresse Port A = 31 -----
0030 REM ----- Adresse Port B = 63 -----
0040 REM ----- Adresse Port C = 95 -----
0050 REM ----- Adresse Controllport = 127 -----
0060 REM ----- PIO-Initialisierung Port A,B,C auf Ausgabemodus -----
0070 OUT 127,128
0080 DATA 1,2,4,8,16,32,64,128
0090 REM ----- Alle Bit's von Port A auf 1 setzen -----
0100 FOR n=1TO 8
0110 REM ----- Datenwort ausgeben -----
0120 READ data
0130 OUT 31,data
0140 NEXT n
0150 REM ----- Alle Bit's von Port B auf 1 setzen -----
0160 RESTORE
0170 FOR n=1TO 8
0180 READ data
0190 OUT 63,data
0200 NEXT n
0210 REM ----- Alle Bit's von Port C auf 1 setzen -----
0220 RESTORE
0230 FOR n=1TO 8
0240 READ data
0250 OUT 95,data
0260 NEXT n
0270 REM ----- Alle Bit's wieder auf 0 setzen -----
0290 OUT 31,0
0300 OUT 63,0
0310 OUT 95,0
```

7. SOUND - BOX

Mit diesem kleinen Zusatzgerät können Sie Ihrem Rechner die unmöglichsten Töne entlocken, gleichgültig, ob Sie nun eine Dampfmaschine, einen Bombenabwurf oder eine vollständige elektronische Orgel produzieren wollen.

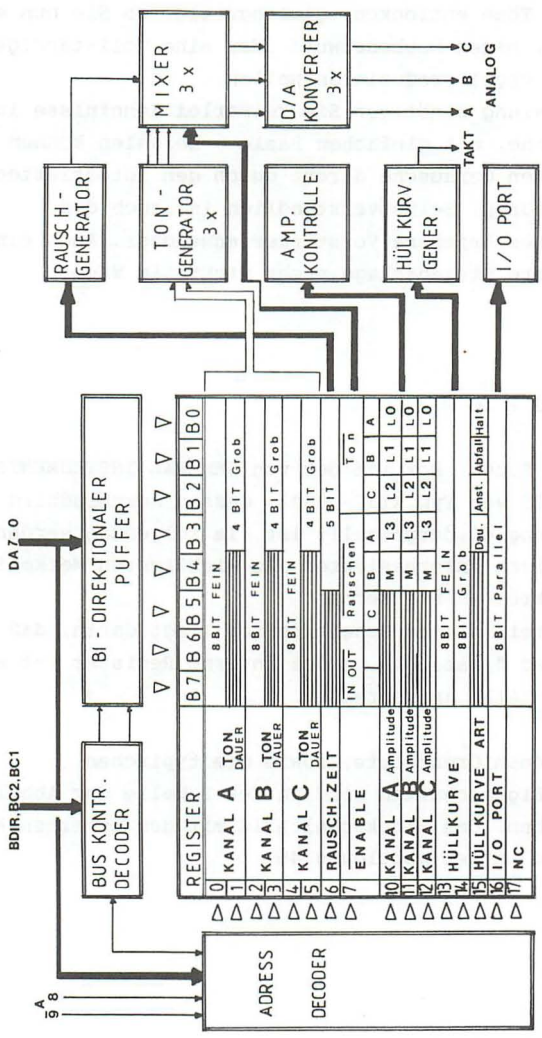
Zur Programmierung benötigen Sie keinerlei Kenntnisse in der Maschinensprache, mit einfachen Basic - Befehlen können Sie die entwickelten Geräusche direkt durch den integrierten Verstärker abhören. Selbstverständlich ist auch der im Kapitel 8 beschriebene Verstärker anwendbar. Auch einem Anschluß an Ihre Stereoanlage steht nichts im Wege.

7.1. Der Sound - IC

Kernstück der Sound- Box ist der von GENERAL INSTRUMENTS hergestellte IC vom Typ AY3 - 8912, dessen Anschlußbild in der Abbildung 46 dargestellt ist. Im folgenden werden wir für die technisch Interessierten die wichtigsten Merkmale dieses Schaltkreises erörtern:

Der große Vorteil dieses Schaltkreises liegt darin, daß er " memory mapped " ist, d.h. jedes interne Register ist wie eine Speicherstelle anzusprechen.

Die einzuhaltenen Grenzwerte, sowie die typischen elektrischen Eigenschaften sind in der Tabelle der Abbildung 48 wiedergegeben. Das Blockschaltbild mit dem internen Aufbau finden Sie in der Abbildung 46



10A7 - 0

AY3-8912

Abbildung: 46

Blockschaltbild AY3-8912 (Quellenhinweis Datenblatt GENERAL INSTRUMENTS)

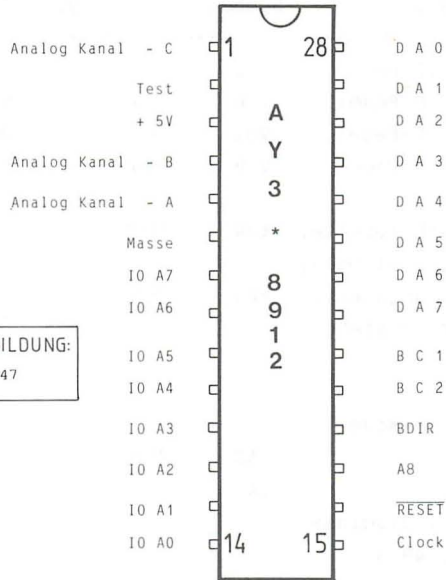


ABBILDUNG:
47

Abbildung 48

Technische Eigenschaften des AY3-8912

B E M E R K U N G	Symbol	Min.	Typ.	Max.	Einheit
Eingänge log.0 (L-Pegel)	Vil	0	-	0,6	Volt
Eingänge log.1 (H-Pegel)	Vih	2,4	-	5,0	Volt
Ausgänge log.0 (L-Pegel)	Vol	0	-	0,5	Volt
Ausgänge log.1 (H-Pegel)	Voh	2,4	-	5,0	Volt
.....					
RESET Pulse Width (Breite)	tRW	500	-	-	ns
RESET to Bus Control Delay Time (Verzögerungszeit)	tRB	100	-	-	ns
Reset-Zeitdiagramm siehe Abbildung 49.5					
.....					
A8,DA7-DAO Adress Mode Setup - Time	tAS	400	-	-	ns
Hold - Time	tAH	100	-	-	ns
Adress Modus Zeitdiagramm siehe Abbildung 49.3					
.....					
DA7-DAO Schreib Modus Write Data Pulse Width	tDW	500	-	10000	ns
Write Data Setup Time	tDS	50	-	-	ns
Write Data Hold Time	tDH	100	-	-	ns
Schreib Modus Zeitdiagramm siehe Abbildung 49.1					
.....					
DA7-DAO Lese Modus Read Data Access time	tDA	-	250	500	ns
Tristate Delay Time	tTS	-	100	200	ns
Lese Modus Zeitdiagramm siehe Abbildung 49.2					

Versorgungsspannung	Vcc	4,75	5,0	5,25	Volt
Stromaufnahme	Icc	-	45	75	mA

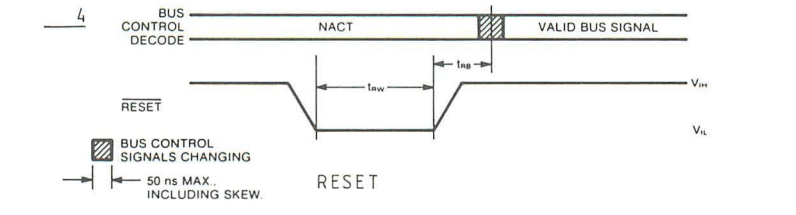
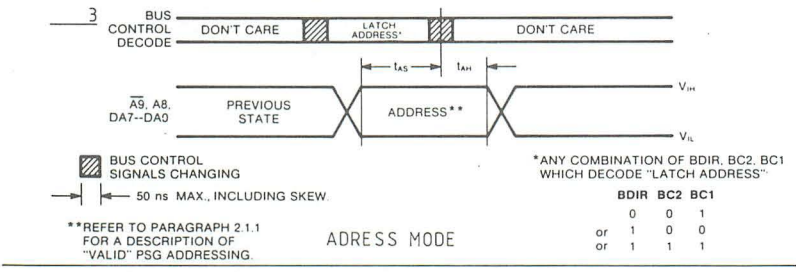
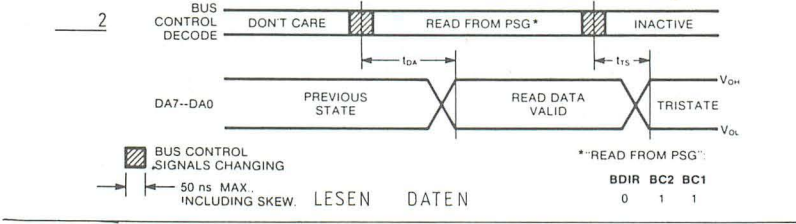
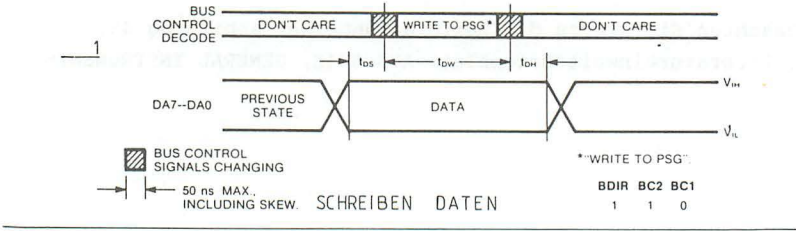
Beachten Sie hierzu die Zeitdiagramme der Abbildung 49.

(Literaturhinweis Datenblatt AY3-8912, GENERAL INSTRUMENTS)

ABBILDUNG: 49

ZEITDIAGRAMME AY3-8912

Quellenhinweis: AY3-8912, Datenblatt GENERAL INSTRUMENTS



Daten - Adressleitungen DAO - DA7, Pin 28 - 21

Diese Anschlüsse dienen als Verbindung und haben die Aufgabe, Daten vom Rechner zu empfangen.

Im sogenannten Datenmodus stehen die Registerbits B0 - B7 mit den Anschlüsse DAO - DA7 in Verbindung. Im Adressmodus dagegen wählen die Anschlüsse DAO - DA3 die möglichen 16 Register aus.

BUS Control, Pin 18 - 20

Da die Daten- und Adressleitungen bidirektional arbeiten, sind noch besondere Anschlüsse notwendig, damit der jeweilig gültige Modus festgelegt werden kann. Diese Kontrolle wird über die Pins 18 - 20 durchgeführt:

Pin 18 Bus - Richtung (BDIR)
Pin 19 Bus - Kontrolle -2 (BC2)
Pin 20 Bus - Kontrolle -1 (BC1)

Hieraus ergibt sich dann folgende Tabelle:

BDIR	BC-2	BC-1	Bedeutung
0	1	0	Nicht aktiv
0	1	1	Lesen aus dem Sound-IC
0	1	0	Schreiben in den Sound-IC
1	1	1	Adress Modus

Die vorgenannte Tabelle ist noch weiter zu vereinfachen, da der Anschluß BC-2 immer log. 1, d.h. H-Pegel, führen muß, ist dieser über einen 1 k Widerstand fest mit +5 Volt zu ver-

binden. Somit braucht man beim Programmieren nur die Anschlüsse BC-1 und BDIR zu berücksichtigen.

Reset, Pin 16

Ein L-Pegel an diesem Anschluß führt dazu, daß alle internen Register auf Null zurückgesetzt werden und der Sound-IC sich im Initialisierungszustand befindet.

Analog Ausgänge A, B, C, (Anschlüsse 5, 4, 1)

Hierbei handelt es sich um die Ausgänge des internen A/D - Wandlers, der ein maximales Signal von 1V_{SS} liefert. Dieses Ausgangssignal eignet sich zur Weiterverarbeitung in einem nachfolgenden NF-Verstärker bzw. das programmierte Geräusch kann hier direkt mit einem hochohmigen Lautsprecher überprüft werden.

Test - 1, (Anschluß 2)

Dieser Pin dient dem internen Test; er wird generell nicht benötigt und darf auch nicht angeschlossen werden.

Clock - Takt, (Anschluß 15)

Dieses ist ein TTL - kompatibler Eingang, aus dem die Bezugszeit für die einzelnen Tongeneratoren gewonnen wird.

Adress 8 - Zusatzadressenbit 8, (Anschluß 17)

IOA7 - IOA0 Eingänge/Ausgänge Pin 7 - 14

Diese Anschlüsse bilden den 8 Bit Adressenbus vom und zum angeschlossenen Rechner.

7.2. Registerprogrammierung

Der AY3 - 8912 ist ein registergesteuerter und programmierbarer Schaltkreis. Die einzelnen Toneffekte werden durch die unterschiedliche Programmierung der insgesamt 16 Register erzeugt. Jedes Register wird wie eine Speicherstelle behandelt, so daß der Anwender durch Software entscheiden kann, zu welchem Zeitpunkt welches Register aktiviert werden soll. Erst das Zusammenspiel der einzelnen Register zu unterschiedlichen Zeiten läßt das gewünschte Geräusch ertönen.

Wie aus dem vorhergehenden Abschnitt zu ersehen war, werden alle 16 Register von der CPU als ein gemeinsamer Speicherblock mit insgesamt 9 Adressbits aktiviert (DAO - DA7 + A8). Welches Register gerade angesprochen wird , ist durch die binäre Kombination der Adressenbits DAO - DA3 definiert. Die 5 weiteren Bits DA4 - DA7 sowie A8 dienen als Chip-Select und kontrollieren die Schreib/Lesepuffer. Sie werden zur Registerprogrammierung nicht genutzt. Zur Geräuscherzeugung stehen drei unabhängige Oszillatoren mit variabler Amplitude, ein regelbarer Rauschgenerator und ein Hüllkurvengenerator zur Verfügung. Auf die Arbeitsweise dieser Blöcke werden wir noch detaillierter eingehen. Beachten Sie auch hierzu das Blockdiagramm des Sound - IC in der Abbildung 46

7.2.1. Tongenerator (Register R0 - R5)

Jeder einzelne der drei Tongeneratoren kann sowohl grob als auch fein abgestimmt werden, da jeweils zwei Register einen Tongenerator steuern:

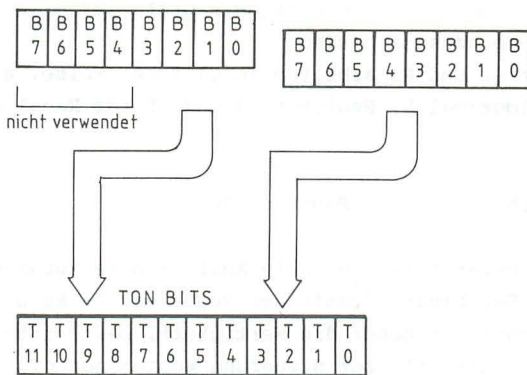
- R 0 Feinabstimmung Tongenerator A
- R 1 Grobabstimmung Tongenerator A
- R 2 Feinabstimmung Tongenerator B
- R 3 Grobabstimmung Tongenerator B

R 4 Feinabstimmung Tongenerator C

R 5 Grobabstimmung Tongenerator C

ABBILDUNG: 50

TONGENERATOR AY3 - 8912



Der eigentliche Grundton wird aus insgesamt 12 von 16 Bits geformt. Beachten Sie hierzu die Abbildung 50. Die Register R0 bzw. R1 sind für den Frequenzumfang des Tones verantwortlich, wobei R0 in einem Bereich von 0 - 255 und R1 zwischen 0 und 15 liegen kann. Somit lassen sich pro Tonkanal (A, B, C) Dezimalwerte zwischen 0 und 4095 speichern. Die ausgegebene Tonfrequenz läßt sich wie folgt errechnen:

$$f = \frac{1625000}{16 \times (256 \times R1 + R0)}$$

wobei für R1 und R0 die jeweiligen Registerwerte in dezimaler Schreibweise einzusetzen sind.

Die Register R2 und R3 arbeiten in gleicher Weise, allerdings für den Analogkanal B, Register R4 und R5 für Kanal C.

7.2.2. Rauschgenerator (Register R6)

Der Rauschgenerator ist für alle Analogkanäle zusammen zu aktivieren. Der binäre Inhalt des Registers R6 kann zwischen 0 und 31 liegen. Je höher die Wertigkeit, desto intensiver wird der Rauschanteil. Zur Steuerung werden nur die 5 niedrigwertigsten Bits des Registers R6 benötigt, wie es die Abbildung 51 darstellt.

ABBILDUNG: 51

RAUSCHGENERATOR AY3 - 8912

RAUSCHZEIT REGISTER 6

B	B	B	B	B	B	B	B
7	6	5	4	3	2	1	0

nicht verwendet

7.2.3. Mixer - Kontrolle (Register R7)

Das Register R7 des AY3-8912 ist ein Steuerregister mit mehreren Aufgaben:

Zum einen werden die Rausch- und Tongeneratoren überwacht und zum anderen der gemeinsame IO-Port (IOA0 - IOA7). In seiner ersten Aufgabe faßt das Register R7 das Rauschen sowie die Tonfrequenzen für jeden Analogkanal zusammen. Die Entscheidung hierüber ist von der Wertigkeit der Bits B0 - B5 des Registers 7 abhängig. Welche Bits für die einzelnen Funktionen zuständig sind, entnehmen Sie der Abbildung 52. Beachten Sie in diesem Zusammenhang auch, daß die Bits dieses Steuerregisters low-aktiv sind.

Die folgende Tabelle gibt Ihnen einen Überblick über die Aufgaben des Steuerregisters R7:

S T E U E R R E G I S T E R R 7

B5	B4	B3	B2	B1	B0	M o d u s
0	0	1	0	0	0	Kanal A Abschalten des Rauschens
0	1	0	0	0	0	Kanal B Abschalten des Rauschens
1	0	0	0	0	0	Kanal C Abschalten des Rauschens
0	0	0	0	0	1	Kanal A Abschalten des Tones
0	0	0	0	1	0	Kanal B Abschalten des Tones
0	0	0	1	0	0	Kanal C Abschalten des Tones

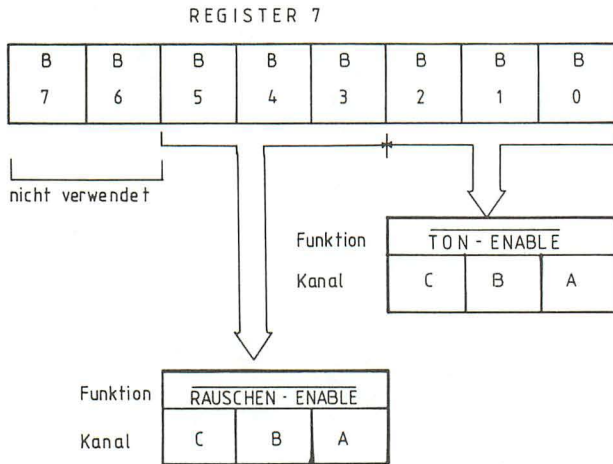
Um mehrere Funktionsblöcke anzuschließen, ist die entsprechende Binärkombination einzusetzen. Werden beispielsweise B5 und B2 auf 1 gesetzt, so ist der Kanal C sowohl für die Rauschfrequenz als auch für die Tonfrequenz gesperrt.

Werden die Bits B5 - B0 mit 0 geladen, so sind alle Möglichkeiten zusammen aktiviert, da das Steuerregister R7 low-aktiv ist.

Bit 6 ist für den gemeinsamen IO - Port zuständig. Da dieser für unsere Anwendung bedeutungslos ist, wird nicht näher hierauf eingegangen werden. Bit 7 ist beim AY3 - 8912 ohne Bedeutung; beim 40-poligen AY3 - 8910 steuert dieses den zweiten IO-Port.

ABBILDUNG: 52

MIXER KONTROLLE AY3 - 8912



7.2.4. Lautstärke (Register R8, R9, R10)

Für jeden einzelnen Analogkanal wird ein eigenes Register zur Lautstärkeregelung eingesetzt:

R 8 Lautstärke Kanal A

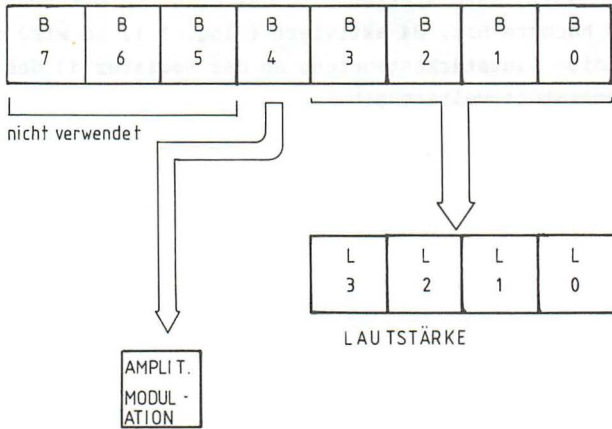
R 9 Lautstärke Kanal B

R10 Lautstärke Kanal C

Die eigentliche Regelung geschieht durch die 5 niederwertigsten Bits des jeweiligen Registers, so wie es in der Abbildung 53 dargestellt ist. Je größer der eingestellte Binärwert ist (0 - 15), desto stärker wird das Geräusch ertönen. Wird das höchste Bit, B4 aktiviert (log. 1), so wird die vollständige Lautstärkesteuerung an das Register 13 des Hüllkurvengenerators weitergegeben.

ABBILDUNG : 53

LAUTSTÄRKE AY3 - 8912



7.2.5. Hüllkurvengenerator (Register R13, R14, R15)

Die gesamte Hüllkurvenlogik dient dazu, Auf- und Abstiegszeiten sowie die Verweilzeit des produzierten Signals zu regeln. Für die unterschiedlichen Möglichkeiten werden die drei niederwertigsten Bits des Registers 15 benutzt.

Je nach Wertigkeit unterscheidet das Register folgende Klangzustände, die den Hüllkurvengenerator direkt ansteuern:

- Halten des Tones
- Wechsel des Tones
- Aufstiegszeit des Tones
- Abfallzeit des Tones

Der Zusammenhang dieses Registers ist in der Abbildung 54 wiedergegeben, wo auch die Klangform des entsprechenden Tones graphisch dargestellt ist.

Die Register R10 - R12 sind für die Lautstärkeveränderung der Register R10 - R12 zuständig.

Das Register R11 ist für eine Feineinstellung, Register R12 für eine Grobeinstellung der Lautstärkeveränderung zuständig.

Die Periode der jeweiligen Änderung ist durch folgende Formel zu bestimmen:

$$P = \frac{1625000}{256 \times (256 \times R12 + R11)}$$

wobei R12 und R11 auch hier wieder dem dezimalen Inhalt des Registers entsprechen. Der mögliche Bereich liegt zwischen "0" und "255". Werden beide Register mit 255 geladen, so ergibt sich hieraus eine maximale Verzögerung von 10 Sekunden bis das Geräusch zur vollen Lautstärke gelangt. In den folgenden Programmbeispielen wird diese Verzögerung benutzt, wenn Explosionen oder ähnliches zu erzeugen sind.

Die Abbildungen 55 und 56 zeigen eine Detailgraphik einer bestimmten Klangform. (GENERAL INSTRUMENTS Datenblatt)

ABBILDUNG: 54
KLANGFORMEN AY3 - 8912

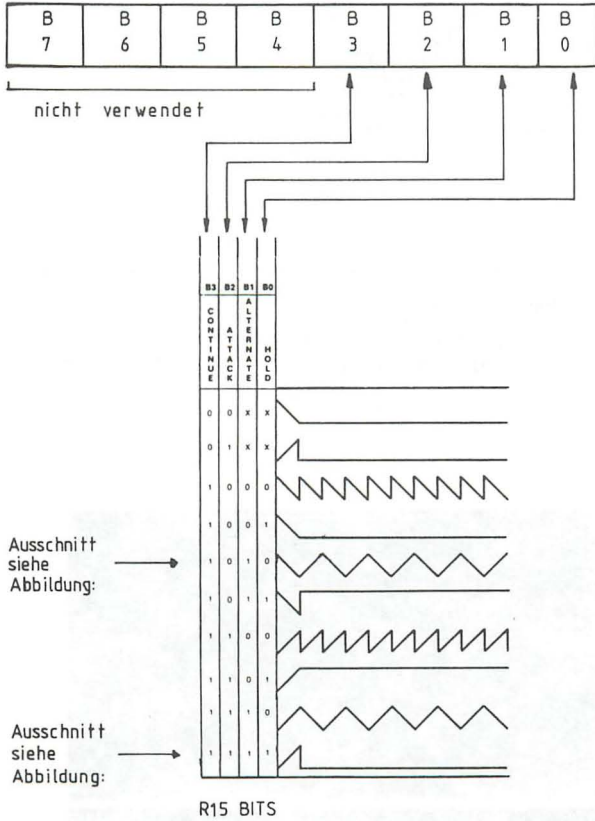
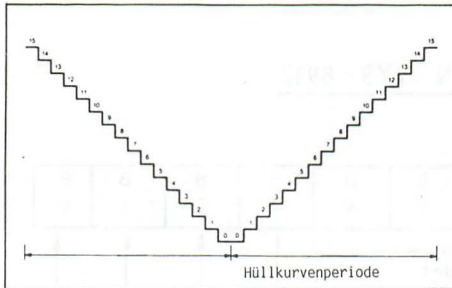


ABBILDUNG: 55
DETAILGRAPHIK
KLANGFORM [1010 binär]

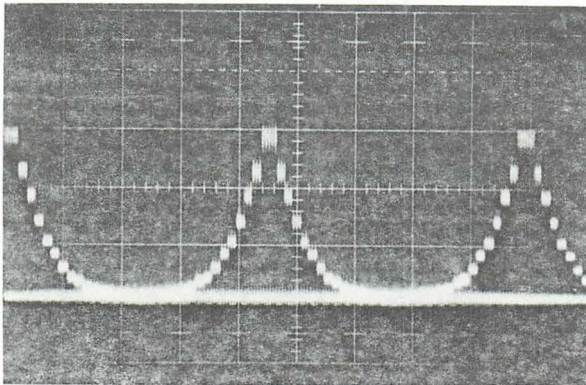


Darstellung
der Dezimalwerte
des Hüllkurven-
generators
Ausgänge E3-E0

Quellenhinweis: AY3-8912, Datenblatt GENERAL INSTRUMENTS

ABBILDUNG: 56

Oszillographische Darstellung eines einfachen Tones durch den
Hüllkurvengenerator, die Darstellung entspricht dem binären Wert '1010'



Quellenhinweis: AY3-8912, Datenblatt GENERAL INSTRUMENTS

7.3. Aufbau der Sound - Box

Die Schaltung der Sound - Box einschließlich des NF - Verstärkers ist in der Abbildung 57 wiedergegeben.

Die Adressierung erfolgt wie bei allen anderen Schaltungen über DIL - Schalter, wobei auch hier wieder die prinzipielle Möglichkeit besteht, die Sound - Box entweder über MREQ oder IORQ zu adressieren.

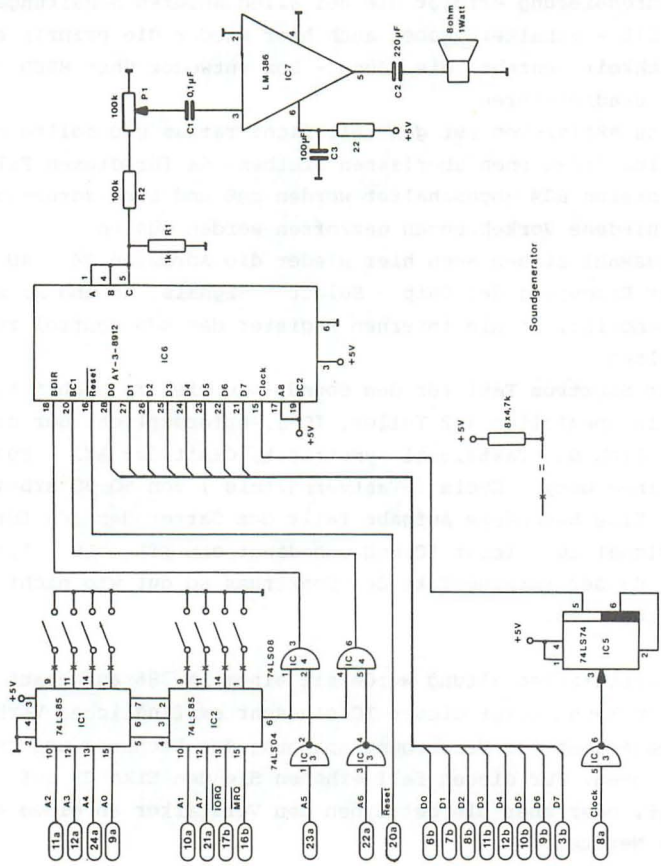
MREQ zu aktivieren ist generell nicht ratsam und sollte nur wirklich Erfahrenen überlassen bleiben, da für diesen Fall das interne ROM abgeschaltet werden muß und auch adressmäßig verschiedene Vorkehrungen getroffen werden müssen.

Zur Auswahl stehen auch hier wieder die Adressen A4 - A0 und A7 zur Erzeugung des Chip - Select - Signals. A6 und A5 werden benötigt, um die internen Register des BUS Control zu verwalten.

Da der Spektrum Takt für den Sound - Ic viel zu hoch ist, ist ein spezieller 1:2 Teiler, IC 5, erforderlich, der noch zusätzlich das Taktsignal symmetriert, damit der AY3 - 8912 mit einem Duty - Cycle (Tastverhältnis) von 50:50 arbeiten kann. Eine besondere Aufgabe fällt dem Gatter des IC3 für das Taktsignal zu. Dieser IC muß unbedingt ein TTL - LS - Typ sein, da der interne Takt des Spektrums so gut wie nicht belastbar ist.

Die Verstärkerschaltung wurde mit einem LM 386 aufgebaut. Bei manchen Typen zeigt dieser IC ein sehr empfindliches Verhalten gegenüber der Versorgungsspannung des Rechners und beginnt zu brummen. Für diesen Fall erhöhen Sie den Elko C3 auf 470 uF, oder aber Sie betreiben den Verstärker an einem eigenem Netzteil.

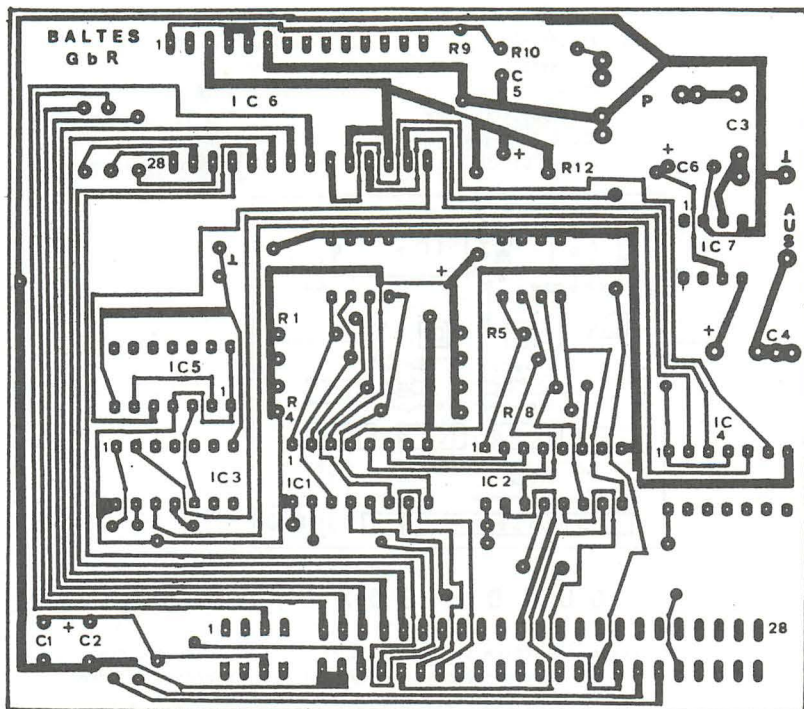
Das Platinenlayout zur Sound - Box ersehen Sie in der Abbildung 58, den dazugehörigen Bestückungsplan in der Abbildung 59. Der Aufbau ist unkritisch und problemlos, Fassungen sollten



Soundgenerator

Abbildung: 58

Platinenlayout für die SPEKTRUM - SOUNDBOX

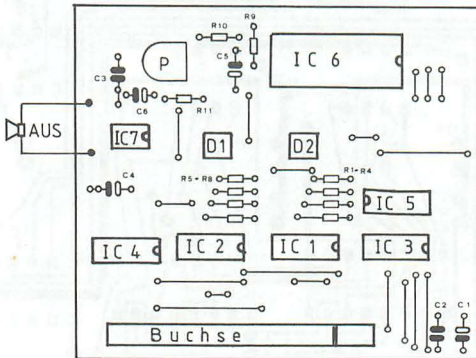


Maßstab: 1:1

Abbildung: 59 Bestückungsplan zur Spektrum - Soundbox

BAUTEILE:

IC 1 = 74LS85	R1-R8 = 8 x 4,7 k
IC 2 = 74LS85	R9 = 1 k
IC 3 = 74LS04	R10 = 100 k
IC 4 = 74LS08	R11 = 20
IC 5 = 74LS74	C1 = 4,7 µF / 16 V, Elko steh.
IC 6 = AY3-8912	C2, C3 = 100 nF
IC 7 = LM 386	C4 = 220 µF / 16 V, Elko steh.
P = Trimpotentiometer	C5 = 10 µF / 16 V, Elko steh.
220 k, liegend	C6 = 100 µF / 16 V, Elko steh.
D1, D2 = 4-fach DIL-Schalter	Buchse Sinclair 28-polige Buchse



S O U N D - B O X

Anmerkung: Beachten Sie beim Bestücken der Platine, daß die Sinclair Buchse auf der Lötseite (Kupferseite) der Platine aufgesteckt wird und auch dort angelötet wird.

Maßstab: 1:2

Abbildung: 60

Adresseinstellung bei der SOUND-Box. Unterhalb der beiden DIL-Schalter sehen Sie die acht Pull-up-Widerstände

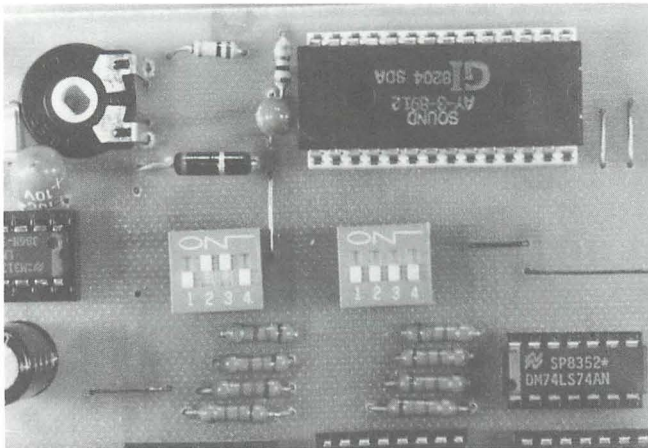
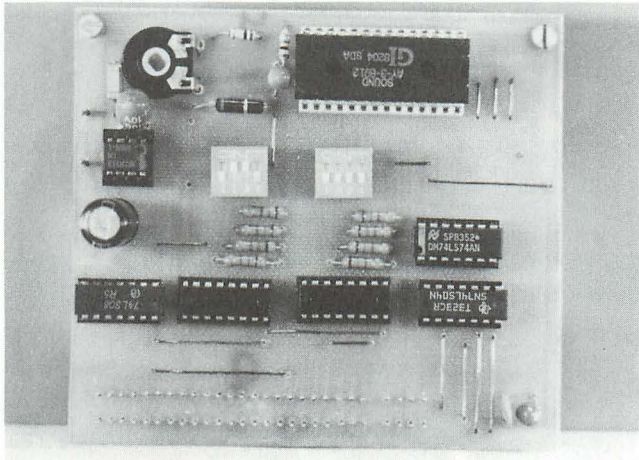


Abbildung: 61

Musteraufbau der SOUND BOX.

Beachten Sie unbedingt, daß bei dieser Schaltung der Spektrum Stecker auf der Lötseite aufgesteckt wird



grundsätzlich für alle Schaltkreise verwandt werden. Die Werte der Pull-up Widerstände R1 - R8 sind nicht kritisch. Für Elkos sollten Sie in jedem Fall stehende Bauformen verwenden. Am Ausgang ist jeder 8 Ohm Kleinlautsprecher anschließbar.

***** A C H T U N G !!! *****
 * Beachten Sie unbedingt, daß die Sinclair Anschluß- *
 * buchse auf der LÖTSEITE (Unterseite) angebracht *
 * und angeschlossen wird. *
 * Keinesfalls darf sie auf der Bestückungsseite montiert *
 * werden !! *

Wenn Sie für den Anschluß eine Buchse mit langen Drähten, Wire - Wap, verwenden, so können Sie mit einem Platinenstecker den Sinclair - Bus für weitere Geräte verlängern.

Die Sound - Box läßt sich mit den beiden DIL - Schaltern frei adressieren.

Folgende Standardeinstellung sollten Sie für den Anfang benutzen:

D I L S C H A L T E R - 1				D I L S C H A L T E R - 2			
S1	S2	S3	S4	S1	S2	S3	S4
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF

Bei dieser Schaltereinstellung ergeben sich folgende Adressen:

Dezimal 31 (= 1F hex.)

Mit dieser Adresse wird das gewünschte Register

ausgewählt.
Dezimal 95 (= 5F hex.) Mit dieser Adresse wird
das gewünschte Datenwort
ausgegeben.

Beim Programmieren der Sound - Box ist folgende Reihenfolge einzuhalten:

1. Das gewünschte Register anwählen.
2. Ausgabe des dazugehörigen Datenwortes.

Hierzu werden für den Spektrum folgende Befehle angewandt:

1. Registerauswahl OUT 31, Registernummer
2. Datenwortausgabe OUT 95, Datenwort

**** Hinweis ****

Für Assemblerprogrammierer gelten die entsprechenden I/O - Befehle des Z80 - Assemblers: OUT, OUTI, OUTD.

7.4. Programmbeispiele

Als erstes finden Sie in der Abbildung 62 ein Testprogramm für die Sound - Box.

Die Abbildung 63 gibt die Programmlistings für verschiedene Anwendungen wieder.

ABBILDUNG: 62

```
0010 REM ***** Testprogramm fuer Spectrum Soundbox *****
0020 REM ----- Anwahl von Register 7 -----
0030 OUT 31,7
0040 REM ---- Ausgabekanal einschalten -----
0050 OUT 95,62
0060 REM ----- Anwahl von Register 8 -----
0070 OUT 31,8
0080 REM ----- Lautstaerke einstellen -----
0090 OUT 95,15
0100 REM ----- Anwahl von Register 0 -----
0110 OUT 31,0
0120 REM ----- Ansteuerung des Tongenerator's -----
0130 FOR c=48TO 192
0140 OUT 95,c
0150 NEXT c
0160 REM ----- Soundbox Stummschalten -----
0170 OUT 31,7
0180 OUT 95,65
```

Abbildung: 63

Beispielprogramme für den Betrieb der Soundbox

```

5 REM ORGEL
6 REM OUT 31,x = REGISTER
7 REM OUT 95,x = DATENWORT
10 FOR d=1 TO 15
20 OUT 31,d: OUT 95,0
30 NEXT d
40 OUT 31,7: OUT 95,56
50 OUT 31,8: OUT 95,0
60 OUT 31,12: OUT 45,16
61 OUT 31,13: OUT 45,13
70 DIM b(10)
80 LET b(1)=100
81 LET b(2)=252
82 LET b(3)=225
83 LET b(4)=200
84 LET b(5)=189
85 LET b(6)=168
86 LET b(7)=150
87 LET b(8)=134
88 LET b(9)=126
89 LET b(10)=112
100 LET g=(CODE INKEY$)-47
110 IF g<1 OR g>10 THEN GO TO 100
115 OUT 31,8: OUT 95,15
120 OUT 31,0: OUT 95,b(g)
130 OUT 31,13: OUT 95,0
131 OUT 31,8: OUT 95,0
140 GO TO 100

5 REM BOMBE
10 REM OUT 31,x = REGISTER
20 REM OUT 95,x = DATENWORT
30 OUT 31,7: OUT 95,62
40 OUT 31,8: OUT 95,15
50 OUT 31,0
60 FOR c=40 TO 255
70 OUT 95,c
80 NEXT c
90 OUT 31,7: OUT 95,65
100 FOR c=15 TO 0 STEP -1
110 OUT 31,8: OUT 95,c
120 FOR x=1 TO 50: NEXT x
130 NEXT c

5 REM EXPLOSION
10 REM OUT 31,x = REGISTER
20 REM OUT 95,x = DATENWORT
30 FOR c=0 TO 15
40 OUT 31,c: POKE 95,0
50 NEXT c
60 OUT 31,6: OUT 95,31
70 OUT 31,7: OUT 95,7
80 OUT 31,8: OUT 95,16
90 OUT 31,9: OUT 95,16
100 OUT 31,12: OUT 95,56
110 OUT 31,13: OUT 95,0

```

8. EXTERNER NF VERSTÄRKER MIT KLANGREGELUNG

Für einige Anwendungen, wie Sprachausgabe oder Sound - Box ist ein eigener NF - Verstärker wünschenswert

In der folgenden Schaltung wird Ihnen ein preiswerter NF - Verstärker einschließlich einer möglichen Klangregelung vorgestellt.

Herzstück dieser Schaltung ist der TDA 2003, der sich durch folgende Eigenschaften auszeichnet:

- ^ maximaler Spitzenstrom bis zu 3,5 A
- ^ geringe Verzerrungen und kleiner Klirrfaktor
- ^ thermischer Überlastungsschutz
- ^ elektrischer Überlastungsschutz

Die wichtigsten Daten dieses ICs sind in der Tabelle der Abbildung 64 zusammengefaßt:

Abbildung 64 TECHNISCHE DATEN DES TDA 2003

Bedeutung		min.	typ.	max.	Einheit
Ausgangsruhespannung		6,3	6,9	7,5	Volt
Ruhestrom		-	45	80	mA
Ausgangsleistung	14,4 V/4	Ohm 5,5	6,0	-	Watt
	14,4 V/2	Ohm 8,0	10	-	Watt
	14,4 V/3,2	Ohm -	7,5	-	Watt
	14,4 V/1,6	Ohm -	12	-	Watt
Eingangswiderstand		100	150	-	kOhm
Eingangsspannung		-	300	-	mVolt
Wärmewiderstand		-	-	1	C/W
Versorgungsspannung		5	18	25	Volt

Die vollständige Schaltung des NF - Verstärkers finden Sie in der Abbildung 65. Der TDA 2003 besitzt einen Gegentakt B-Leistungsverstärker und ist in der Lage, bei einer typischen Versorgungsspannung von 14,4 Volt eine Ausgangsleistung von 6 Watt an einen 4 Ohm Lautsprecher zu liefern. Die entsprechenden Leistungsdiagramme finden Sie in der Abbildung 66 (Literaturhinweis SIEMENS Datenblätter).

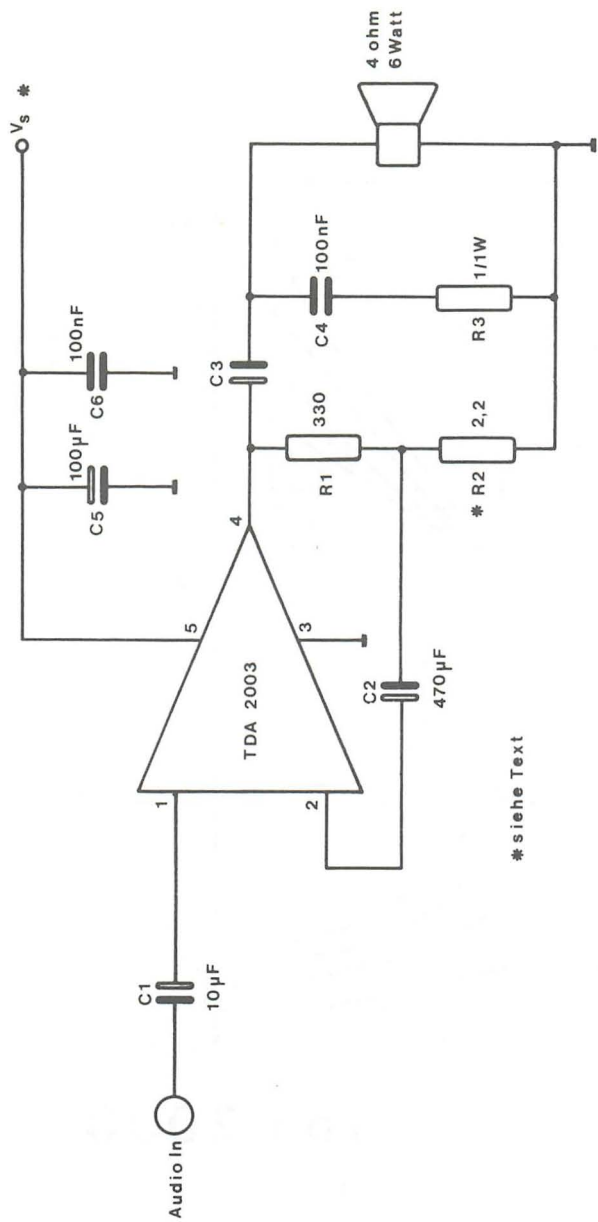
Da die Schaltung der Abbildung 65 mit sehr wenigen externen Bauelementen auskommt, wurde auf ein spezielles Platinenlayout verzichtet. Für den Aufbau empfiehlt sich eine einfache Veroboardplatte.

Der Widerstand R2, der im Gegenkopplungszweig liegt, bestimmt die notwendige Verstärkung. Bei Werten zwischen 3,3 Ohm und 1 Ohm ergeben sich hierbei Verstärkungen zwischen 40 und 50 db. Beachten Sie aber, daß mit steigender Verstärkung der Klirrfaktor sich ebenfalls vergrößert.

8.1. Klangregelteil

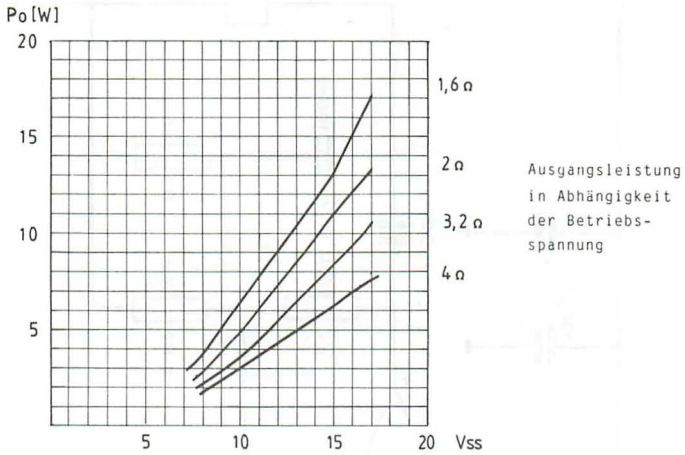
Zusammen mit dem TDA 2003 als Verstärker läßt sich ein einfaches, aber sehr wirkungsvolles Klangregelteil aufbauen. Durch diesen Zusatz lassen sich dann Lautstärke, Höhen und Tiefen durch Gleichspannung regeln. Zusätzlich bietet diese Schaltung noch den Vorteil, daß die Lautstärke zwischen linear und physiologisch (gehörgerecht) gewählt werden kann.

Zum Einsatz kommt hier auch nur ein einziger IC, der TDA 4290 von SIEMENS, dessen technische Daten Sie in der Tabelle der Abbildung 67 wiederfinden.

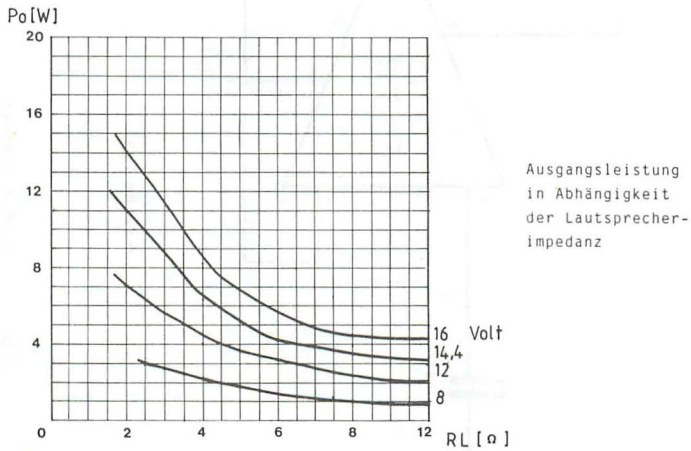


65

Endverstärker



Ausgangsleistung
in Abhängigkeit
der Betriebs-
spannung



Ausgangsleistung
in Abhängigkeit
der Lautsprecher-
impedanz

Abbildung: 66

TDA 2003

Maßstab: 1:2

Bauteile für den Verstärker

IC = TDA 2003 (Siemens, SGS-Ates)

R1 = 330

R2 = 1 - 3,3 Ohm (siehe Text)

R3 = 1 / 1 Watt

C1 = 10 μ F / 63 Volt

C2 = 470 μ F / 10 V

C3 = 1000 μ F / 16 V

C4 = 100 nF

C5 = 100 μ F / 16 V

C6 = 100 nF

Lautsprecher 4 Ohm 6 Watt

Bauteile zum Klangregelteil

IC = TDA 4290 (Siemens)

R1 = 10 k

R2 = 22 k

R3 = 820

R4 = 1 k

C1 = 10 μ F / 16 V

C2 = 6,8 nF

C3 = 10 μ F / 16 V

C4 = 330 pF

C5 = 100 nF

C6 = 1 μ F

C7 = 10 μ F / 16 V

C8 = 100 μ F / 25 V

C9 = 100 nF

C10 = 3,3 nF

P1 = 10 k Potentiometer linear, Höhenregelung

P2 = 10 k Potentiometer linear, Tiefenregelung

P3 = 10 k Potentiometer linear, Lautstärkeregelung

S1 = Schalter Ein/Aus

Dieser IC bietet durch sein Konzept wesentliche Vorteile:

- Steuerung der Höhen, Tiefen sowie der Lautstärke durch Gleichspannung, daher keine Brummeigung.
- großer Versorgungsspannungsbereich von 10-18 V.
- Erfüllung der DIN 45500 Norm
- abschaltbare gehörgerechte Lautstärke

Da auch in dieser Schaltung kaum externe Bauelemente erforderlich sind, bietet sich als Aufbau auch eine Veroboardplatte an.

Abbildung 67 Technische Daten des TDA 4290

Kenndaten	min.	typ.	max.	Einheit
Stromaufnahme	-	35	50	mA
Betriebsspannung	10	-	18	V
Referenzspannung	4,5	4,85	5,2	V
**** Verstärkung ****				
(1kHz, Eingang 300 mV eff.)				
S1 lin Ub am Pin 5 = 0 Volt	-	-80	-	db
S1 lin Ub am Pin 5 = 1 Volt	-	-60	-	db
S1 phy Ub am Pin 5 = 1 Volt	-	unverändert		
**** Verstärkg.Änderg.				
max. Höhen/Tiefenanhebung		2		db
max. Höhen/Tiefenabsenkung		-2		db
Frequenzbereich (-1db)	20	-	20000	Hz
Klirrfaktor	-	0,2	0,7	%
Fremdspannung bei				
0 db, Lautstärke -20db	-	30	50	uV/eff

Die Höhenanhebung bzw- absenkung ist von der Gleichspannung am Anschluß 14 und von der Kapazität des Kondensators C2 bestimmt. Hier läßt sich im weiten Rahmen experimentieren, da die anliegende Kapazität den Einsatzpunkt der Anhebung bzw. Absenkung definiert.

Für den Bass ist die am Anschluß 8 anliegende Spannung sowie die Kapazität des Kondensators an den Pins 11 und 10, d.h. C5, maßgeblich.

Die Einstellung der Lautstärke geschieht durch die anliegende Spannung am Pin 5 . Liegt keine Spannung am Pin 5 an, so ist bei einem offenen Anschluß am Pin 4 die Ausgangsspannung an beiden Ausgängen um etwa 80 db gesenkt.

Mit dem Schalter S1 kann zwischen einer linearen oder einer physiologischen Lautstärke gewählt werden. Hierbei werden bei geringer Lautstärke der Bass und auch in begrenztem Umfang die Höhen angehoben. Somit wird eine kontinuierliche Anpassung der Wiedergabe an die Ohrempfindlichkeit erreicht. Diese gehörgerechte Lautstärkeregelung wird oftmals auch als " LOUDNESS " bei Stereoanlagen bezeichnet.

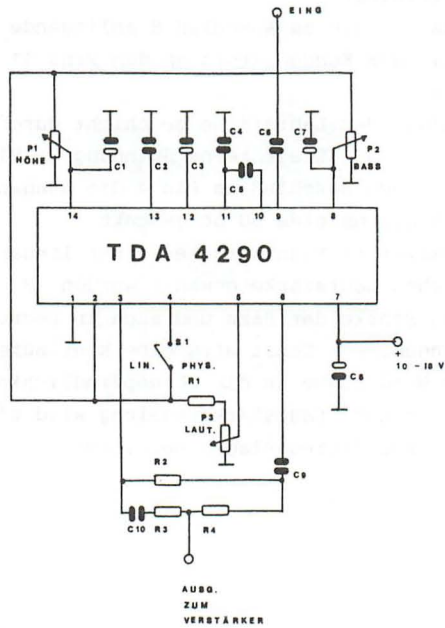


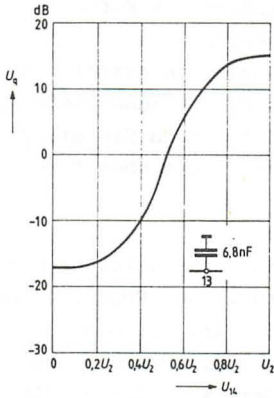
ABBILDUNG: 68

KLANGREGELTEIL

Maßstab: 1:2

Tiefenregelung

S₁ offen; $U_i = 300 \text{ mV}_{\text{eff}}$; Lautstärke = 0 dB
 $U_i = 300 \text{ mV}$, $f_i = 20 \text{ Hz}$



Höhenregelung

S₁ offen; $U_i = 300 \text{ mV}_{\text{eff}}$; Lautstärke = 0 dB
 $U_i = 300 \text{ mV}$, $f_i = 20 \text{ kHz}$

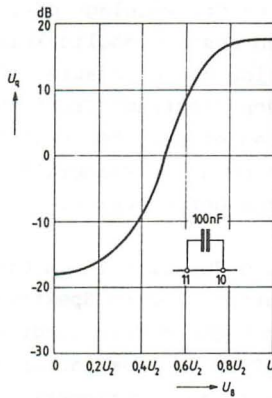
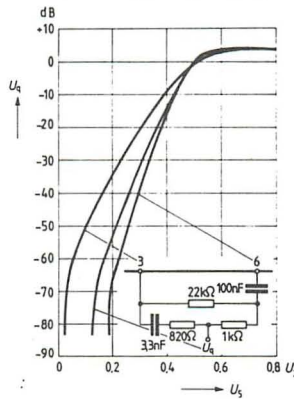


ABBILDUNG: 69

**TDA
4290**

Lautstärkecharakteristik mit Physiologie
 (Höhen- und Tiefenregler in Linearstellung)
 $U_i = 300 \text{ mV}$, $f_i = 1,6 \text{ kHz}$



Quellenhinweis TDA 4290, SIEMENS Handbuch

9. SPEKTRUMANSCHLUSS ZUR STEREOANLAGE

Es ist nicht unbedingt erforderlich, sich einen eigenen Verstärker einschließlich Klangregelteil aufzubauen, wenn man zu Hause eine Stereoanlage oder zumindest ein Kofferradio mit externen Anschlußmöglichkeiten besitzt.

Hier wäre eine kleine Adapterschaltung schon ausreichend, damit man den Spektrum direkt an die Anlage anschließen kann. Gegenüber dem eingebauten Lautsprecher können Sie mit dieser Schaltung eine wahre Klangfülle des Rechners über Ihre Lautsprecherboxen hervorlocken.

Die Abbildung 70 zeigt Ihnen diese Adapterschaltung. Der eingebaute Lautsprecher im Spektrum wird in der Regel, je nach Modell, durch einen Transistor vom Typ ZTX 450 oder 350 angesteuert. Parallel zum Lautsprecher schließen Sie nun einen kleinen Trimpotentiometer an. Sein Wert ist absolut unkritisch und kann zwischen 10 und 100 kOhm liegen. Die Aufgabe dieses Einstellreglers ist nur, die bis zu 5 Volt betragende Amplitude des NF - Signals zu reduzieren.

Stereoanlagen haben auf ihren Eingängen, gleichgültig, ob Tuner oder Tape, nur eine maximale Eingangsempfindlichkeit von ca. 100 Millivolt. Ohne diesen Regler würden Sie Ihren Verstärker um ein Vielfaches der maximalen Eingangsleistung übersteuern.

Der nachfolgende Trennkondensator schützt einerseits den Rechner und andererseits die Verstärkerelektronik vor Gleichspannungen. Die Verbindung zwischen dem Tantalelko und dem Verstärkereingang muß in jedem Fall mit abgeschirmter NF - Leitung erfolgen. In der Abbildung 70 sehen Sie unten die Standardpinbelegung eines Verstärkers. Beachten Sie aber, daß bei Stereoanlagen die Anschlußpunkte 1 und 3 miteinander zu verbinden sind. Grundsätzlich sollten Sie zuerst die Betriebsanweisung Ihrer Anlage zu Rate ziehen. Die Abschirmung wird nur einseitig, und zwar am Spektrum, mit der allgemeinen Masse verbunden.

Die Skizze der Abbildung 71 verdeutlicht Ihnen nochmals die genaue Einbaulage im Rechner. Heben Sie vorsichtig das Tastaturgehäuse ab und ziehen Sie die beiden Flachbandkabel vorsichtig aus den Buchsen.

Der Trimpotentiometer wird mit seinen beiden äußeren Anschlüssen parallel zum Lautsprecher angelötet. Am mittleren Bein befestigen Sie den Tantalelko und achten hierbei auf die richtige Polarität. Die NF - Leitung wird angelötet und die Abschirmung an die Masse des Rechners gelegt.

Bevor Sie die Tastaturkabel wieder einstecken, drehen Sie den Potentiometer so, daß er maximal $1/4$ geöffnet ist. Nachdem Sie den Anschluß zur Stereoanlage oder zum Kofferradio vorgenommen haben, schalten Sie dieses ein und drehen die Lautstärke weit zurück.

Nun justieren Sie den Trimpotentiometer so, daß Sie eine

bestmögliche Wiedergabe über den Verstärker erreichen, ohne daß der Ton verzerrt oder übersteuert ist. Bass- und Tiefenregelung am Verstärker müssen noch etwas mithelfen, um das typische Rechtecksignal aus dem Spektrum zu verbessern.

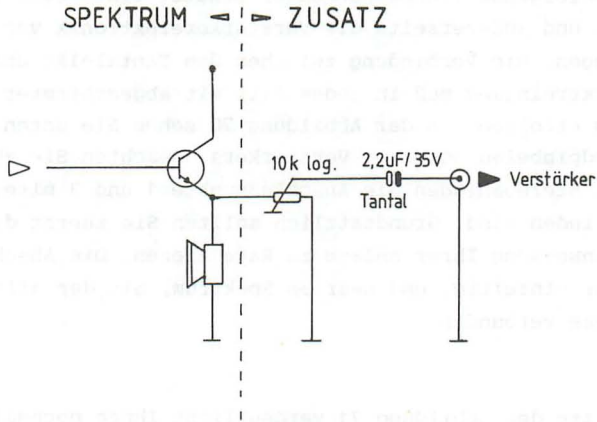
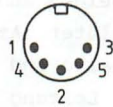


ABBILDUNG: 70



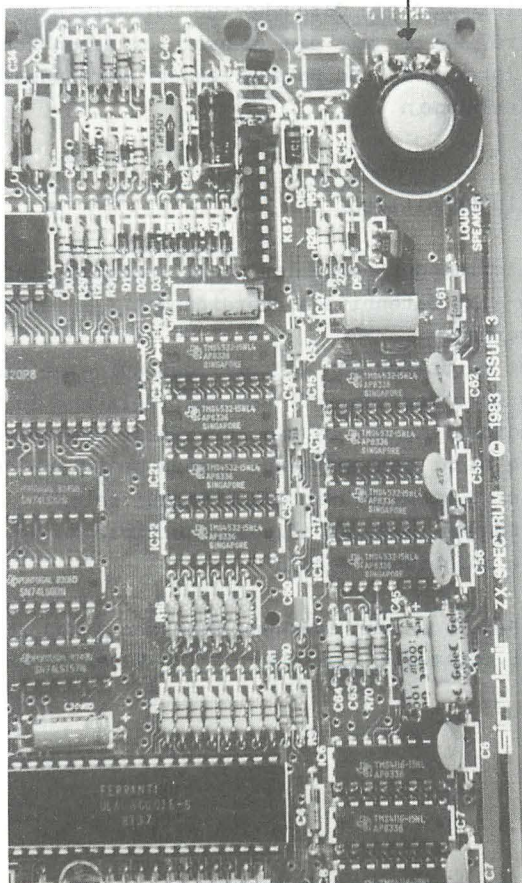
PIN Belegung
Stereo Rundfunkgerät
& Verstärker

- Pin 1 Aufnahme links
- Pin 2 Masse
- Pin 3 Wiedergabe links
- Pin 4 Aufnahme rechts
- Pin 5 Wiedergabe rechts

Abbildung: 71

Spektrum Platine mit dem eingebauten Lautsprecher.
Dort wird der externe Anschluß angebracht.

ZX Lautsprecher



10. SCHNITTSTELLEN

Leider besitzt der ZX Spektrum keine spezielle Schnittstelle, um beispielsweise einen Drucker zu betreiben. Allerdings wird Ihnen dieses Kapitel zeigen, daß es gar nicht so schwierig ist, fast jeden Drucker, der über eine sogenannte Parallelschnittstelle verfügt, an den Spektrum anzuschließen.

Ein großer Vorteil liegt darin, daß der technische Aufwand sehr gering ist, da auf eine bereits mehrfach erwähnte Schaltung, der PIO nämlich, zurückgegriffen werden kann. Bevor der Aufbau und die dazugehörige Software näher beschrieben wird, wollen wir die unterschiedlichen Schnittstellen mit ihren Vor- und Nachteilen der Verwendbarkeit etwas näher erläutern.

10.1. Serielle Schnittstellen

Das Hauptkriterium der seriellen Schnittstellen (Interfaces) ist, daß die acht Datenbits hintereinander (in einer Serie) übertragen werden.

Dieses bietet natürlich den Vorteil, daß nur eine einzige Datenleitung erforderlich ist, was aber meistens zu Lasten der Geschwindigkeit geht. Da die Anschlüsse der seriellen Schnittstelle nicht genormt sind, können bezüglich der Anpassung zweier Systeme Schwierigkeiten auftreten.

Prinzipiell können folgende allgemeingültigen Normen dieser Schnittstelle aufgeführt werden:

- Ein Pegel, dessen Spannung zwischen 3 und 25 Volt liegt, gilt als logische "0" (L-Pegel)

- Ein Pegel, dessen Spannung zwischen -3 Volt und -25 Volt liegt, gilt als logische "1" (H-Pegel)
- Der zu übertragende Datensatz besteht in der Regel aus 8 Datenbits.
- Vor jedem Datensatz steht ein Startbit (L-Pegel) und am Ende des Datensatzes ein oder zwei Stopbits (H-Pegel). Hierdurch wird jeder zu übertragende Datensatz mindestens 10 Bit lang.
- Zusätzlich wird am Ende des Datensatzes ein Prüfbit (Paritybit) gesetzt, damit die Richtigkeit des Datensatzes überprüft werden kann.
- Jedes zu sendende Bit liegt eine genau festdefinierte Zeitspanne auf der Leitung. Die Maßeinheit der Übertragungsgeschwindigkeit wird mit BAUD (= Bit je Sekunde) angegeben.

Ein Beispiel der seriellen Datenübertragung zeigt Ihnen die Abbildung 72.

Da die Anwendung der seriellen Datenübertragung am Spektrum mit einem größeren Aufwand verbunden und auch für die praktische Arbeit mit diesem Rechner ohne Bedeutung ist, soll nicht näher auf dieses Thema eingegangen werden.

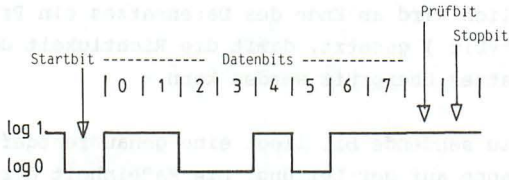
Wer sich dennoch intensiver informieren möchte, der wende sich um Applikationsunterlagen an die im Anhang aufgeführten Hersteller.

Typische serielle Schnittstellen-ICs sind:

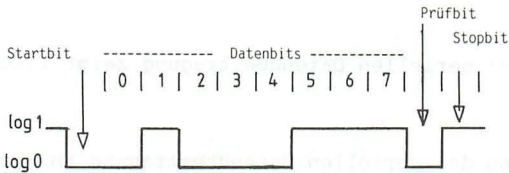
Z 80 SIO	--	ZILOG
2661.	--	VALVO

6402	--	INTERSIL
6551	--	ROCKWELL
6850	--	MOTOROLA
8250	--	NATIONAL SEMICONDUCTOR
8251	--	INTEL

Abbildung: 72
Beispiel der seriellen Datenübertragung



zu übertragender Buchstabe 'L' = 3 D = 11010011 , Prüfbit: ungerade Anzahl von '1' - d.h. Prüfbit = 1



zu übertragender Buchstabe 'S' = 2 E = 11100010 , Prüfbit: gerade Anzahl von '1' - d.h. Prüfbit = 0

10.2. Parallele Schnittstellen (Centronics)

Die Anzahl der unterschiedlichen Varianten paralleler Schnittstellen sind in der Praxis sehr vielfältig, eine standardmäßige Normung weist allerdings nur die sogenannte IEC - Schnittstelle (IEC BUS) auf.

Alle parallelen Schnittstellen haben jedoch folgende Gemeinsamkeiten:

- Der Datenfluß erfolgt nur in eine Richtung.
- Es wird mit TTL - Spannungspegel gearbeitet.
- Die Übertragung erfolgt in einzelnen Zeichen zu 7 oder 8 Bit.

Die Unterschiede der einzelnen Schnittstellen sind in der Art des " Handshaking ", d.h. dem Quittungsverfahren zu suchen.

Wir wollen uns im folgenden lediglich auf die verbreitetste Form der parallelen Schnittstelle, der CENTRONICS mit ihren Besonderheiten beschränken.

Die Handshaking - Signale regeln den Datenverkehr zwischen der schnellen CPU und dem " langsamen " Drucker, es sind also Synchronisationssignale. Der Rechner erhält dadurch einen genauen Informationsstand, ob der Drucker noch arbeitet oder wieder neue Zeichen empfangen kann. Hierdurch wird verhindert, daß Daten bei der Übertragung zum Drucker verlorengehen oder mehrfach gedruckt werden.

Generell lassen sich folgende Handshaking - Signale unterscheiden, die je nach Druckertyp sowohl Low- als auch High-aktiv sein können:

- DATA STROBE

Für jedes Signal, das ausgedruckt werden soll, muß ein DATA STROBE Signal vom Rechner gesendet werden, damit die auf dem Datenport anliegende Informationen gedruckt werden.

- BUSY

Hat der Rechner mit DATA STROBE eine zu druckende Information gesendet, muß während des Druckens dieses Zeichen gewährleistet sein, daß keine weiteren zu druckenden Zeichen mehr gesendet werden. Dieses geschieht mit dem BUSY - Signal, das dem Rechner den Zustand anzeigt, daß der Drucker zur Zeit arbeitet und nicht bereit ist, weitere Druckinformationen zu empfangen.

- ACKNOWLEDGE

Nach dem erfolgreichen Drucken wird dem Rechner durch ACKNOWLEDGE (= Anerkennung) mitgeteilt, daß neue Informationen gesendet werden können.

Den Ablauf einer Centronics - Schnittstelle finden Sie im Diagramm der Abbildung 73.

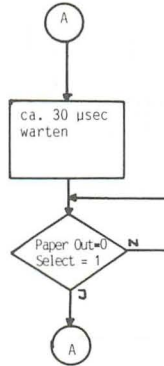
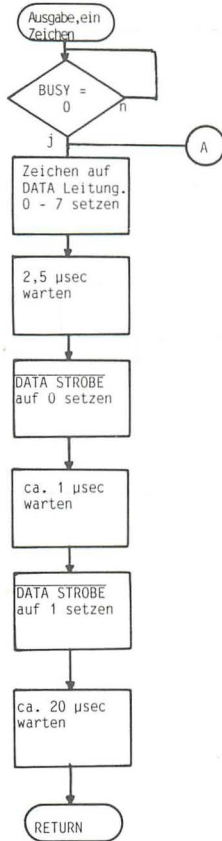
Wie schon anfangs erwähnt, unterscheiden sich die Centronics-Schnittstellen durch die Auslegung verschiedener Signale.

Ein Zeitdiagramm einer solchen Schnittstelle ersehen Sie in den Abbildungen 74 und 75.

Zunächst wird vom Drucker die zu druckende Information auf den Datenport D7 - DO gelegt. Mit einer kurzen Zeitverzögerung wird durch das DATA STROBE angezeigt, daß jetzt Daten zum Drucken bereitstehen. Diese werden nun entweder in einen internen Druckpuffer (Spolling - Verfahren) geschrieben oder aber direkt ausgedruckt.

Für diesen Fall muß der Drucker ein BUSY - Signal senden, so wie es das Zeitdiagramm der Abbildung 75 darstellt. Beide Verfahren sind vom jeweiligen Druckertyp abhängig. Gleichgültig, welches Verfahren angewandt wird, der Drucker meldet in jedem Fall seine Bereitschaft, neue Zeichen zu empfangen, mit dem ACKNOWLEDGE Signal.

Abbildung: 73 Ablauf der Centronics Datenübergabe



Zusatz für Drucker mit Erkennung von Papierende und Select

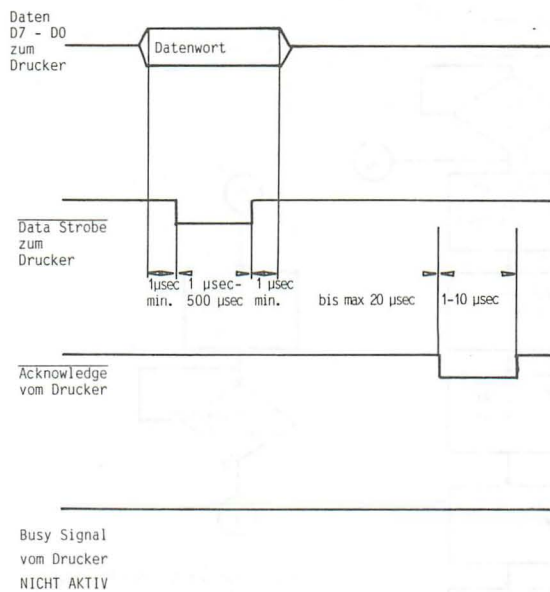


Abbildung:74CENTRONICS ZEITDIAGRAMM ohne Busy - Signal

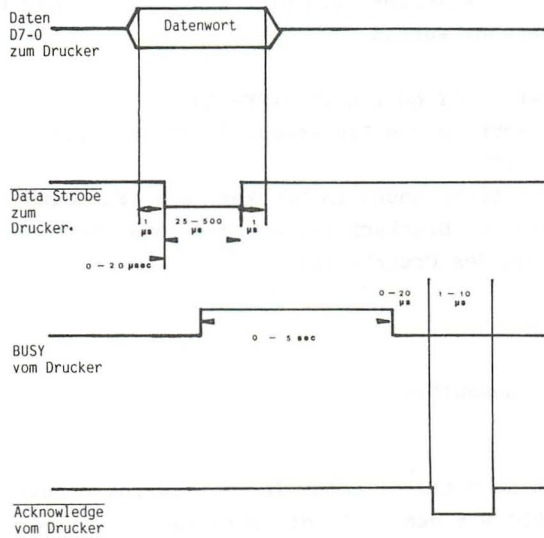


Abbildung:75 ELECTRONICS ZEITDIAGRAMM mit BUSY - Signal

Die Datensignale D7 - D0 und die " normalen " Handshaking Signale liegen bei den Centronics Schnittstellen auf den Pins 1 - 14. Die darauffolgenden Signale sind vom Drucker abhängig und nicht genormt. Sie werden für Fehleranzeigen und Sonderquittungen verwendet. Von diesen sollen nur die beiden wichtigsten genannt werden:

- PAPER OUT oder auch PAPER END
Erkennung von Papierende durch den Drucker
- FAULT
Fehlererkennung im Drucker, z.B. Farbband gerissen, Druckschlitten klemmt oder auch Überhitzung des Druckkopfes

10.2.1. Schaltungsaufbau

Die Centronics Schnittstelle für Ihren Spektrum benutzt als Hardware die PIO mit dem 8255, die bereits im Kapitel 6 ausführlich beschrieben wurde. Über diesen Baustein wird die Datenübergabe zum Drucker und die Verwaltung der Handshaking - Signale komplett geregelt.

Den allgemeinen Aufbau einer Centronics Schnittstelle können Sie aus der Abbildung 76 ersehen. Hierzu vergleichen Sie nochmals den Schaltplan der PIO in der Abbildung 77, allerdings nun mit der erforderlichen Centronics - Steckerbelegung. Für den Anschluß Ihres Druckers müssen Sie sich zuerst über dessen Pinbelegung im klaren sein, die Sie sicherlich im Handbuch nachlesen können. Die folgende Verdrahtungsliste ist für einen MANNESMANN TALLY - Drucker bestimmt, dessen Belegung mit vielen anderen (z.B. EPSON) nahezu identisch ist.

ZX-PIO = Pin-Nr.	Centronics Pin-Nr.	Centronics Bedeutung
A0	18	2 Data 1
A1	19	3 Data 2
A2	20	4 Data 3
A3	21	5 Data 4
A4	22	6 Data 5
A5	23	7 Data 6
A6	24	8 Data 7
A7	25	9 Data 8
B0	9	1 Low-aktiv Strobe
C0	13	11 Low-aktiv Busy
C1	12	12 Papierende
C2	11	13 Select

Anmerkung:

Die Anschlüsse 19 - 30 auf der Centronicsseite sind mit der Masse des Spektrums zu verbinden. Sollte Ihr Drucker nicht über die Signale " PAPIERENDE " und " SELECT " verfügen, muß der PIO-Anschluß C1 mit Masse und der Anschluß C2 mit + 5 Volt verbunden werden.

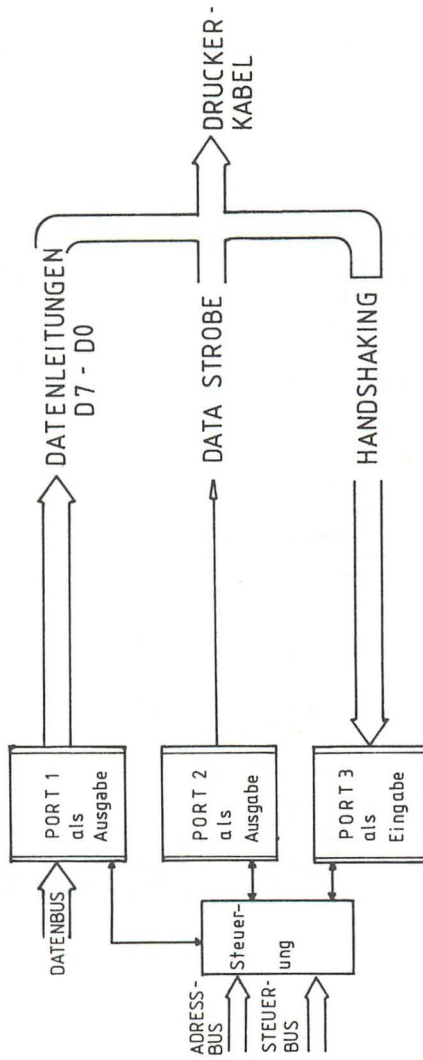
Desweiteren sind die PIO-Anschlüsse PC3 - PC7 mit der Masse zu verbinden.

Wollen Sie beispielsweise einen EPSON - Drucker, beispielsweise den FX 80 an Ihren Spektrum anschließen, so ist die vorgenannte Tabelle ebenfalls gültig, mit Ausnahme des Select - Anschlusses, der freibleiben muß.

Der FX 80 besitzt mehrere DIL - Schalter, deren Bedeutung Sie im Handbuch nachlesen können. Zusammen mit dem Spektrum müssen Sie den DIL - Schalter " LINE FEET & CR " auf ON le-

gen. Nach diesen beiden geringfügigen Änderungen können Sie auch EPSON - Drucker am SINCLAIR SPEKTRUM betreiben.

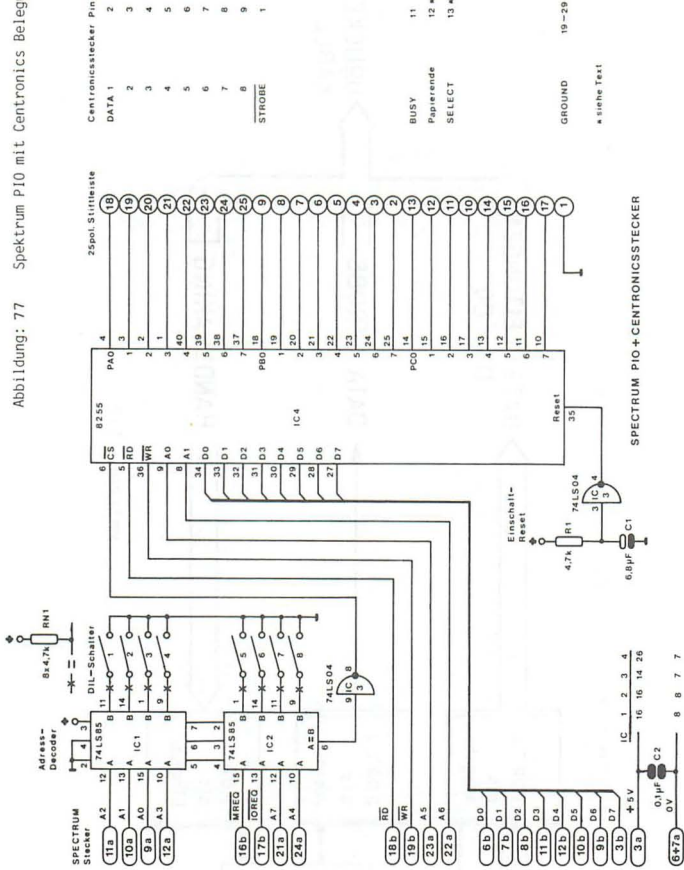
Abbildung: 76 Allgemeiner Aufbau einer Centronics - Schnittstelle



Maßstab: 1:2

- Schnittstelle

Abbildung: 77 Spektrum PIO mit Centronics Belegung



Zum Druckerkabel sei abschließend noch bemerkt, daß seine Länge 2 m nicht überschreiten soll, damit sich keine Störungen im Druckablauf ergeben.

PORTADRESSE FÜR CENTRONICS:

Portadresse 31 = Datenport
Portadresse 63 = Strobeport
Portadresse 95 = Statusport
Portadresse 127 = Steuerwortport

Der Drucker ist dann bereit, wenn der Basic Befehl
PRINT IN 95 als Resultat 04 auf den Bildschirm bringt.
Das Steuerwort für den Centronicsbetrieb ist dezimal 129.
Hierzu ist folgende Adressierung auf den DIL-Schaltern ein-
zustellen:

D I L - S C H A L T E R							

S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8
OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	ON	ON	OFF
A2	A1	A0	A3	MRQ	IORQ	A7	A4

10.2.2. Centronics Software

Zum Betrieb der Centronics Schnittstelle ist eine eigene Software erforderlich und zwar in Form eines kleinen Basic-Programms sowie ein Maschinenprogramm. Das letztere erhalten Sie für die 16 KB- und für die 48 KB Spektrum Version vorge stellt. Im Komfort sind beide Programme vollkommen identisch, sie unterscheiden sich lediglich durch unterschiedliche Adressbereiche.

Durch diese Software stehen Ihnen die Befehle LPRINT und LLIST uneingeschränkt zur Verfügung. Ein weiterer großer Vor teil dieser Software liegt darin, daß Sie bei LLIST nicht auf die SINCLAIR üblichen 32 Druckstellen beschränkt sind. Die Zeichen je Zeile können frei zwischen 1 und 255 Stellen definiert werden. Standardmäßig legt das Programm sie mit 70 Zeichen je Druckzeile fest.

Bei Basic - Zeilen, die mit einem Semikolon (;) abge schlossen sind, muß ein druckauslösendes Zeichen folgen, zB. \$13. Weiterhin müssen Sie unbedingt beachten, daß der Befehl:

RANDOMIZE USR 65280

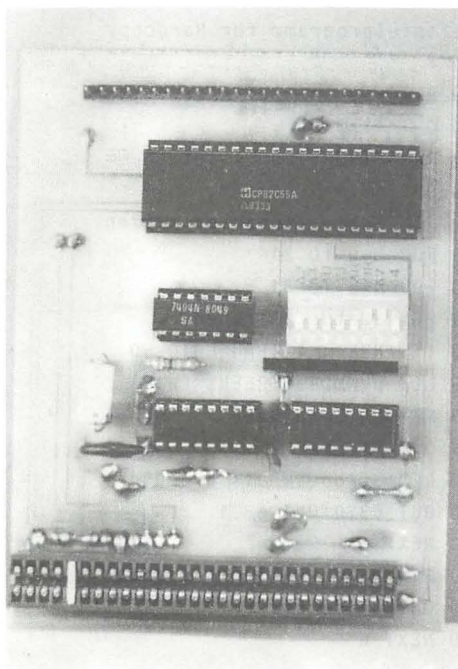
in jedes Programm eingebaut wird, welches Sie drucken wollen.

In der Abbildung 79 finden Sie das Basic Programm, danach folgt das Maschinenprogramm, zuerst für die 16 KB- und danach für die 48-KB Version.

Der erste Teil des Maschinenprogramms braucht nur einmal zu laufen, da dieser lediglich die Kanalumstellung vornimmt. Bitte experimentieren Sie nicht an diesem Teil des Programms, da hier Eingriffe in das Sinclair - Betriebssystem vorge nommen werden.

Die Centronics - Software wird mit dem Befehl LOAD "" in den Rechner geladen.

Abbildung: 78
PIO-Aufbau für die Centronics-Schnittstelle



***** Änderung der Druckzeilen *****

Mit POKE 65357,n.....für die 48 KB Rechnerversion bzw.
Mit POKE 32589,n.....für die 16 KB Rechnerversion

können Sie bestimmen, wieviel Zeichen je Zeile gedruckt werden sollen, bevor ein CR (Carriage Return), d.h. Wagenrücklauf gesendet wird. Standardmäßig werden, wie schon erwähnt, 70 Zeichen je Zeile gedruckt.

Da die Spektrum Software nur CR kennt, muß ein angeschlossener Drucker auf den Wert CR = LF eingestellt werden, wie beispielsweise beim EPSON - DRUCKER.

(CR = LF bedeutet Carriage Return ergibt sich aus Carriage Return plus Line feed)

Beispielprogramm für Hardcopy

```
-----  
 9 REM PIO initialisieren  
10 OUT 127,129  
19 REM STROBE auf 1 setzen  
20 OUT 63,1  
29 REM Schleifenzähler setzen  
30 FOR W=0 TO 21  
40 FOR N=0 TO 31  
49 REM Status abfragen  
50 IF IN95 4 THAN GOTO 50  
55 LET D=CODE SCREEN$(W,N)  
59 REM DATENAUSGABE  
60 OUT 31,D  
69 REM Strobeimpuls erzeugen  
70 OUT 63,0:OUT 63,1  
90 NEXT N  
99 REM Wagenrücklauf ausgeben  
100 OUT 31,13:OUT 63,0: OUT 63,1  
110 NEXT W
```

Abbildung: 79

BASIC PROGRAMMTEIL DER CENTRONICS-SCHNITTSTELLE

Beachten Sie, daß Sie den RANDOMIZE-Befehl in jedes Ihrer Programme einbauen müssen, welches Sie drucken wollen.

```
5 SAVE "CENTR" LINE 6
6 CLEAR 65279
10 PRINT "*****"
20 PRINT "*"
30 PRINT "*CENTRONICS-SOFTWARE BALTES GbR*"
40 PRINT "*"
50 PRINT "*****"
60 PRINT AT 13,7: FLASH 1:"BITTE WARTEN"
70 LOAD ""CODE
80 RANDOMIZE USR 65280
```

1. Schnittstellen Initialisierung

7F00		ORG 7F00	
7F00	3E 81	LD A,81	PIO initialisieren
7F02	D3 7F	OUT (7F),A	
7F04	3E 01	LD A,1	Strobe auf 1 setzen
7F06	D3 3F	OUT (3F),A	
7F08	AF	XOR A	Zeichenzähler auf Null setzen
7F09	32 70 7F	LD (7F70),A	
7F0C	2A 4F 5C	LD HL,(5C4F)	
7F0F	01 0F 00	LD BC,000F	
7F12	09	ADD HL,BC	
7F13	36 19	LD (HL),19	
7F15	23	INC HL	Umschalten der Spektrum Kanal- adresse für LPRINT-LLIST
7F16	36 7F	LD (HL),7F	
7F18	C9	RET	

Anmerkung:

Dieses Initialisierungsprogramm muß nach dem Laden einmal laufen und wird dann nicht mehr benötigt

ZX - Spektrum Centronics - Software für die 1 6 KB Version

2. Ausgabe Routine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
7F19	FE 0D	CP 0D	Abfrage ob 'ENTER' vorliegt, wenn ja Enter Ausgaberroutine
7F1B	CC 56 FF	CALL Z,7F56	
7F1E	FE 80	CP 80	Abfrage ob Token oder ASCII
7F20	38 05	JR C,7F27	Wenn ASCII Sprung zur Ausg.
7F22	D6 A5	SUB A5	
7F24	C3 10 0C	JP 0C10	Wenn Token Sprung ins Betr.- system zum Entschlüsseln
7F27	F5	PUSH AF	Abfrage ob Break taste gedr.
7F28	F3	DI	
7F29	3E7F	LD A,7F	
7F2B	DB FE	IN A,(FE)	
7F2D	1F	RRA	
7F2E	30 15	JR NC,7F45	Sprung zur Abbruchroutine
7F30	DB 5F	IN A,(5F)	Druckerstatus holen
7F32	FE 04	CP 4	
7F34	20 F3	JR NZ,7F29	Rücksprung wenn Printer Busy
7F36	F1	POP AF	
7F37	D3 1F	OUT (1F),A	Datenwort an Schnittstelle
7F39	AF	XOR A	
7F3A	D3 3F	OUT (3F),A	Strobe auf '0'
7F3C	3E 01	LD A,1	
7F3E	D3 3F	OUT (3F),A	

ZX - Spektrum Centronics - Software für die 1:6 KB Version

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
7F40	CD 49 7F	CALL 7F49	Sprung zum Zeichenzähler
7E43	FB	EI	
7F44	C9	RET	Zurück ins Betriebssystem

3. Abbruch Routine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
7F45	FB	EI	Registerinhalt wiederherstell
7F46	F1	POP AF	
7F47	CF	RST 8	Sprung ins Betriebssystem
7F49	0C	DEFB 0C	

ZX - Spektrum Centronics - Software für die 1 6 KB Version

4. Zeichenzähleroutine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
7F49	3A 70 7F	LD A,(7F70)	Aktuellen Zählerstand laden
7F4C	FE 46	CP 70	Test ob Maximum erreicht
7F4E	CC 56 7F	CALL Z,7F56	Wenn ja Sprung zum EnterausgR.
7F51	3C	INC A	Zähler + 1
7F52	32 70 7F	LD (7F70)),A	Neuen Stand sichern
7F55	C9	RET	

5. Enterausgaberoutine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
7F56	AF	XOR A	Zeichenzähler auf Null
7F57	32 70 7F	LD (7F70),A	
7F5A	3E 0D	LD A,0D	Enter ausgeben
7F5C	CD 27 7F	CALL,7F27	
7F5F	C9	RET	

ZX- Spektrum Centronics - Software für die 4 8 KB Version

1. Schnittstellen Initialisierung

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
<i>65280</i> FF00		ORG FF00 H	
FF00	3E 81	LD A,81	Pio intitialisieren
FF02	D3 7F	OUT (7F),A	
FF04	3E 01	LD ,A 1	Strobe auf 1 setzen
FF06	D3 3F	OUT (3F),A	
FF08	AF	XOR A	Zeichenzähler auf Null setzen
FF09	32 FA FF	LD (⁶⁵⁵³⁰ FFFA),A	Umschalten der Spektrum Kanal-
FF0C	2A 4F 5C	LD HL, ²³⁶³¹ (5C4F)	adresse für LPRINT und LLIST
FF0F	01 0F 00	LD BC,000F <i>(15)</i>	
FF12	09	ADD HL,BC	
FF13	36 19	LD (HL),19	
FF15	23	INC HL	
FF16	36 FF	LD (HL),FF <i>255</i>	
FF18	C9	RET	

Anmerkung:

Dieses Initialisierungsprogramm muß nach dem Laden einmal laufen und wird dann nicht mehr benötigt.

ZX - Spektrum Centronics - Software für die 4 8 KB Version

2. Ausgabe Routine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FF19	FE 0D	CP 0D	Abfrage ob 'ENTER' vorliegt, wenn ja ENTER Ausgaberroutine
FF1B	CC 56 FF	CALL Z,FF56	
FF1E	FE 80	CP 80	Abfrage ob Token oder ASCII Zeich.
FF20	38 05	JR C,FF27	Wenn ASCII-Zeichen Sprung zur Ausgaberroutine
FF22	D6 A5	SUB A5	
FF24	C3 10 0C	JP C10	Wenn Token Sprung ins Betr.System zum entschlüsseln
FF27	F5	PUSH AF	Abfrage ob BREAK-Taste gedrückt
FF28	F3	DI	
FF29	3E 7F	LD A,7F	
FF2B	DB FE	IN A(FE)	
FF2D	1F	RRA	
FF2E	30 15	JR NC,FF45	Sprung zur Abbruchroutine
IF "" PRINT ""			
FF30	DB 5F	IN A(5F)	Druckerstatus holen
FF32	FE 04	CP 4	
FF34	20 F3	JR NZ,FF29	Rücksprung wenn Printer BUSY
FF36	F1	POP AF	
FF37	D3 1F	OUT (1F),A	Datenwort an Schnittstelle ausgeben
FF39	AF	XOR A	
FF3A	D3 3F	OUT (3F),A	Strobe auf '0'

ZX Spektrum Centronics - Software für die 4 8 KB Version

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FF3C	3E01	LD A,1	
FF3E	D3 3F	OUT (3F),A	Strobe auf '1'
FF40	CD 49 FF	CALL FF49	Sprung zum Zeichenzähler
FF43	FB	EI	
FF44	C9	RET	Zurück ins Betriebssystem

3. Abbruch Routine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FF45	FB	EI	Registerinhalt wiederherstellen
FF46	F1	POP AF	
FF47	CF	RST 8	Sprung ins Betriebssystem
FF48	0C	DEFB 0C	

4. Zeichenzählerroutine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FE49	3A FA FF	LD A,(FFFA)	Aktuellen Zählerstand laden
FF4C	FE 46	CP 70	Test ob Maximum erreicht
FF4E	CC 56 FF	CALL Z,FF56	Wenn ja Sprung zur Enterausg.R.
FF51	3C	INC A	Zähler + 1
FF52	32 FA FF	LD (FFFA),A	Neuen Stand sichern
FF55	C9	RET	

5. Enterausgaberroutine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FF56	AF	XOR A	Zeichenzähler auf Null setzen
FF57	32 FA FF	LD (FFFA),A	
FF5A	3E 0D	LD A,0D	Enter ausgeben
FF5C	CD 27 FF	CALL FF27	
FF5F	C9	RET	

11. ANALOG DIGITAL WANDLER

Im täglichen Leben sind wir überall von analogen Werten, von der einfachen Armbanduhr, der Umgebungstemperatur oder der Geschwindigkeit eines Fahrzeuges, umgeben.

Unser Rechner allerdings vermag mit diesen Größen nichts anzufangen, er arbeitet auf digitaler Basis im binären Zahlensystem.

Ein interessantes Aufgabengebiet stellt die Verbindung zur analogen " Rechenwelt " dar, damit man in der Lage ist, die zahllosen Problemstellungen der allgemeinen Meßtechnik zu verarbeiten und zu speichern.

Da aber die analogen Größen unendlich viele Zwischenwerte annehmen können, ist durch die Begrenzung des Speicherplatzes einerseits und durch die Umwandlung in die binäre Darstellung andererseits immer mit Rundungsfehlern zu rechnen. Allerdings ist für unsere Belange dieser Fehlerquotient zu vernachlässigen.

11.1. Verfahren der Analog - Digital Wandlung

Grundsätzlich lassen sich zwei Verfahren bezüglich der Datenausgabe der A/D Wandlung unterscheiden:

- serielle Datenausgabe
- parallele Datenausgabe

Für unsere Anforderungen kommt die serielle Datenausgabe nicht in Frage, da einerseits die Datenübertragung zu langsam und andererseits die Handhabung der parallelen Daten-

ausgabe mit dem Rechner wesentlich einfacher ist.

Innerhalb der parallelen Datenausgabe existieren mehrere Verfahren, wobei sich neben dem DUAL - SLOPE - Verfahren, auf das wir noch näher eingehen werden, das der SUKZESSIVEN APPROXIMATION weitgehend durchgesetzt hat.

So kompliziert dieses Wort auszusprechen ist, so einfach läßt sich dieses Verfahren erläutern:

SUKZESSIVE APPROXIMATION bedeutet nichts anderes, als ein dauerndes Annäherungsverfahren einer Vergleichsspannung an den zu bestimmenden Eingangswert.

Das zu bestimmende Eingangssignal wird zunächst einem Komperator zugeführt, der es mit einer definierten Referenzspannung vergleicht. Wichtig hierbei ist, daß diese Referenz- oder Vergleichsspannung der Hälfte der maximalen Eingangsspannung entspricht.

Der Komperator vergleicht nun beide Spannungen miteinander und teilt das Ergebnis dem Ausgang mit. Hierbei können nun zwei Meßergebnisse auftreten:

1. Die anliegende Eingangsspannung ist KLEINER als die Referenzspannung. Für diesen Fall wird der Komperator sein Ausgangssignal ändern.
2. Die anliegende Eingangsspannung ist GRÖßER als die Referenzspannung. Für diesen Fall wird der Komperator sein Ausgangssignal nicht ändern.

Beim ersten Fall wird die Referenzspannung um die Hälfte verringert, beim zweiten Fall um die Hälfte erhöht.

Danach werden wiederum die beiden Spannungen miteinander verglichen und je nach Ergebnis die Vergleichsspannung wieder um die Hälfte erhöht oder reduziert.

Führt man diese Meßmethode oftmals durch, so erreicht man

eine dauernde Annäherung, d.h. sukzessive Approximation, der Vergleichsspannung an die zu messende Eingangsspannung.

Da dieses Verfahren einer Waage sehr ähnelt, mit der man eine unbekannte Größe abwiegen will und solange auf der anderen Seite die unterschiedlichen Gewichte auflegt, bis die Waage in der Schwebelage bleibt, wird das Verfahren dieser sukzessiven Approximation auch oft in der Literatur als "Wägeverfahren" bezeichnet.

Schnelle Wandler dieser Art können über 100 000 solcher Vergleichsmessungen pro Sekunde ausführen und sind somit in der Lage, in weniger als 10 Mikrosekunden eine Spannung in einen 8 Bit Digitalwert umzusetzen.

Typische Vertreter dieser Methode sind die beiden von FERRANTI angebotenen ICs ZN 427 und ZN 428.

Dieses eben geschilderte Verfahren läßt sich natürlich noch, wesentlich beschleunigen, wenn man nämlich das Eingangssignal auf eine ganze Kette von Komparatoren legt und so eine Parallelumsetzung durchführt. Schaltkreise dieser Art sind sehr teuer, da sie für eine 8 Bit Darstellung 255 Komparatoren benötigen. Allerdings können sie in weniger als 50 Nanosekunden das gewünschte Ergebnis liefern.

Ihr Hauptanwendungsgebiet liegt in der schnellen Meßwertfassung und im Digitalisieren von Fernsehbildern.

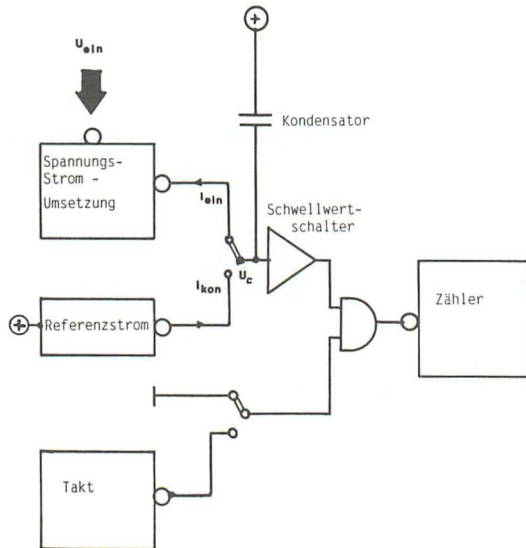
Neben dem Verfahren der sukzessiven Approximation finden Sie in der Praxis auch Wandel-ICs, die nach dem DUAL SLOPE Verfahren den anliegenden analogen Meßwert in eine digitale Information umformen.

DUAL SLOPE bedeutet "Zwei - Rampen - Verfahren", dessen Funktionsprinzip nun etwas näher erläutert werden soll. Hierzu betrachten Sie bitte die Abbildung 80.

Eine bestimmte Eingangsspannung, U_{ein} bezeichnet, wird von einem Spannungs - Strom - Wandler in den entsprechenden (proportionalen) Strom, I_{ein} , umgesetzt. Mit diesem Strom wird ein Kondensator C aufgeladen. Dieses Aufladen benötigt eine genau definierte Zeitspanne (T_1). Hierdurch sinkt auch die Spannung (U_c) am Komperator gegenüber der Masse.

Abbildung: 80

DUAL SLOPE Verfahren



Nach dem Ablauf der Entladezeit T_1 wird der Kondensator an eine Referenzstromquelle mit einem konstanten Strom, i_{kon} , gelegt und die Kondensatorspannung u_c steigt linear an. Dieser Entladevorgang dauert gerade so lange, bis die Spannung wieder den ursprünglichen Wert erreicht hat. Die

hierfür erforderliche Zeit ist zur anliegenden Eingangsspannung U_{ein} direkt proportional. Während des Entladevorgangs des Kondensators wird ein Oszillator eingesetzt, der mit einer relativ hohen Frequenz läuft und dessen Signal durch einen Teiler herabgesetzt wird. Der Zählerstand nach der Dauer des Entladevorgangs gibt die gewünschte digitale Information über die Höhe der Eingangsspannung wieder, da der Kondensator C beim Anlegen einer geringen Spannung schneller entladen wird, als bei höheren Spannungen. Das Dual Slope Verfahren bietet neben einigen Nachteilen auch gewisse Vorteile gegenüber der sukzessiven Approximation:

- ^^ An den Kondensator C werden bezüglich der Toleranz und Temperaturfestigkeit keine großen Anforderungen gestellt, da dieser nicht frequenzbestimmend ist.
- ^^ Kein erhöhter Anspruch wird an die Stabilität im Langzeitverhalten der Taktfrequenz gestellt, diese muß nur während der einzelnen Wandlerzyklen konstant bleiben.
- ^^ ICs, die mit dem Dual Slope Verfahren messen, z.B. der CA 3162E von RCA kosten nur die Hälfte von denen mit der sukzessiven Approximation.

Allerdings sollen die Nachteile dieses Verfahrens auch dargestellt werden:

- Die Wandelgeschwindigkeit ist wesentlich langsamer und liegt bei ca. 96 Messungen pro Sekunde.
- Die Auflösung beträgt beispielsweise beim CA 3162 E nur 1098 Digit.
- Die softwaremäßige Handhabung ist wesentlich umständlicher, und es wird ein eigenes Maschinenprogramm zum Einlesen benötigt.

Im Verlauf dieses Kapitels wird Ihnen noch eine Schaltung mit dem CA 3162E vorgestellt werden.

11.2. ZN 427 als A/D Wandler

Der ZN 427 von FERRANTI ist als A/D Wandler vom Preis- Leistungsverhältnis optimal, da er sich durch folgende Vorzüge auszeichnet:

- ^^ äußerst schneller Komperator
- ^^ einfache Handhabung in Microcomputersystemen
- ^^ sowohl TTL- als auch CMOS kompatibel
- ^^ Tri-state Ausgangspuffer
- ^^ A/D Wandlung nach der Methode der sukzessiven Approximation mit einer sehr kurzen Wandlungszeit
- ^^ äußerst präzise, temperaturstabile Referenzspannung

Allerdings liegt der Preis dieses Schaltkreises bei ca. DM 30,- und zusätzlich ist eine negative Versorgungsspannung von -5 V erforderlich, die allerdings direkt am Pin 20 B des Spektrum Erweiterungssteckers auf der Rückseite entnommen werden kann.

Das Blockschaltbild des ZN 427 ist in der Abbildung 81 dargestellt, die entsprechende Pinbelegung finden Sie in der Abbildung 82.

Für diejenigen, die sich mit den technischen Daten des ZN 427 etwas näher beschäftigen wollen, sind diese in den Abbildungen 83 - 85 zusammengestellt.

Der ZN 427 wird in einem 18-poligen DIL-Gehäuse gefertigt. Der Anschluß 6 ist der Eingang für den darzustellenden analogen Meßwert. Ausgangsseitig kann an den Pins 18 - 11 der digitalisierte Wert als Eingang für den Spektrum Datenbus abgenommen werden, wobei der Pin 18 das niederwertigste Datenbit (D0) und der Pin 11 das höchstwertigste Datenbit (D7) darstellt.

Die Referenzspannung von 2,475 Volt bis 2,625 Volt, die intern

erzeugt wird, ist am Anschluß 8 verfügbar.

Außerdem steht dem Anwender noch die Möglichkeit offen, über den Pin 7 dem IC eine externe Vergleichsspannung (Referenz) zuzuführen.

Werden diese beiden Anschlüsse miteinander verbunden, so ergibt sich hieraus der mögliche Meßbereich von $\sim 2,56$ Volt. Andere Meßbereiche können durch entsprechende Widerstandsteiler realisiert werden.

Die Anschlüsse 1, 2, 3 und 4 dienen als Steuersignale für die Verbindung zum Spektrum. Die eigentliche Wandlung eines analogen Signals ist als Zeitdiagramm in der Abbildung 83 zu sehen. (Literaturhinweis FERRANTI Datenblatt ZN 427)

Über die aufsteigende Flanke eines L-Pegels am Anschluß 4 (Start of Conversion) wird die Wandlung aktiviert. Gleichzeitig wird für die Dauer der Wandelzeit der Anschluß 1 " BUSY " auf einen L-Pegel gelegt, damit dem Rechner mitgeteilt werden kann, daß augenblicklich keine gültigen Daten an den Ausgängen 18 - 11 zur Verfügung stehen.

Im oberen Teil des Diagramms der Abbildung 83 werden die Taktimpulse (Clock) aufgeführt, die an den Anschluß 3 gelegt werden. Eine Meßperiode dauert genau 9 Taktimpulse; danach erhält Pin 1 " BUSY " wieder einen H-Pegel, und der Rechner erkennt, daß gültige, gewandelte Daten an den Ausgängen (18 - 11) anliegen, die nun verarbeitet werden können.

Gleichzeitig wird der Anschluß 2 (RD / OUT - ENABLE) auf einen H-Pegel gelegt, damit die Daten übernommen werden können. Dieses wird auf der rechten Seite der Abbildung 83 oben (Microprozessor Read Cycle) dargestellt. Für die Dauer des Einlesens verbleibt der RD-Anschluß auf einem H-Pegel.

Am Anschluß 5 ist eine negative Spannung zwischen - 3 Volt und maximal - 30 Volt erforderlich.

Z N 4 2 7

F E R R A N T I

8 BIT A/D Wandler

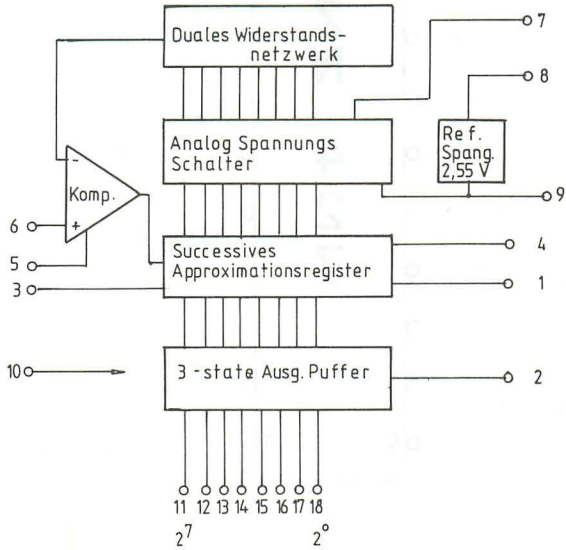


ABBILDUNG: 81

ABBILDUNG: 82

Anschlußbelegung des A/D - Wandlers ZN 427 (Ferranti)

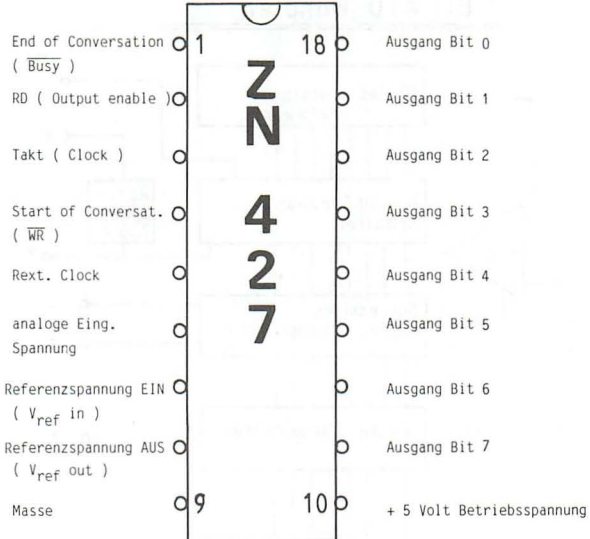
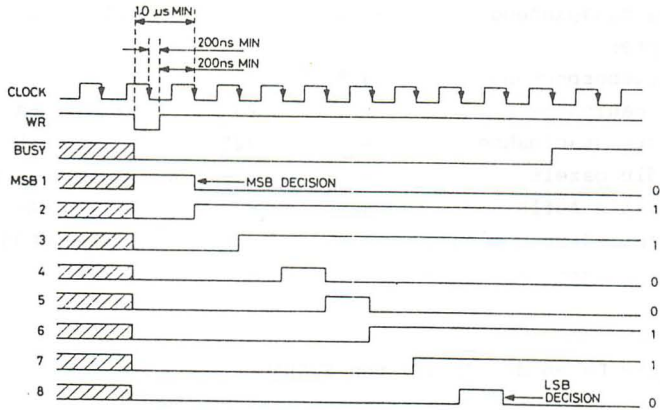
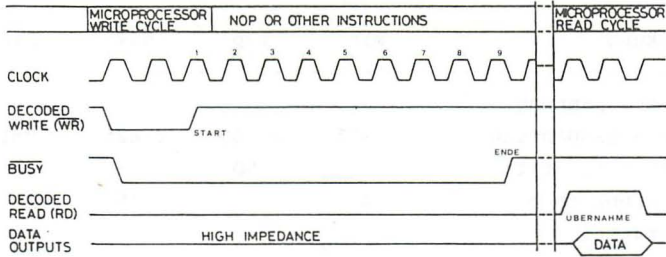


Abbildung:83

Zeitdiagramm zur Meßwandlung des ZN 427 von FERRANTI



Quellenhinweis: ZN 427, Datenblatt FERRANTI

Abbildung 84

Technische Daten des ZN 427 von FERRANTI

Bemerkung	min	typ	max	Einh.
Referenzspannung:				
Ausgangsspannung	2,475	2,560	2,625	Volt
Temperaturdrift	-	50	-	ppm/C
Referenzstrom	4	-	15	mA
Komperator:				
Eingangsstrom	-	1	-	uA
Eingangswiderstand	-	100	-	kOhm
Negative Spannung	-3	-	-30	V
Eingangsspannung	-0,5	-	3,5	V
Konverter:				
Betriebsspannung	4,5	-	5,5	V
Stromaufnahme	-	25	40	mA
Leistungsaufnahme	-	125	-	mW
Wandlungszeit	-	-	10	usec
digitale Auflösung	8	-	-	Bits
Linearitätsabweichung	-	-	±0,5	LSB

Abbildung 85

Logische Daten des ZN 427 von FERRANTI

Bemerkung	min	typ	max	Einh.
H-Pegel Eingangsspannung	2	-	-	V
L-Pegel Eingangsspannung	-	-	0,8	V
H-Pegel Eingangsstrom	-	-	50	uA

WR zu BUSY Verzugszeit	-	-	250	ns
Takt Impulsbreite	500	-	-	ns
Maximale Taktfrequenz	900	1000	-	kHz

11.2.1. Schaltungsbeschreibung

Das Schaltbild des A/D Wandlers ist in der Abbildung 86 wiedergegeben. Auch bei dieser Schaltung ist die freie Adressierbarkeit durch die DIL-Schalter möglich.

Mit den beiden ICs 74LS85 ist die gleiche Adressierungslogik wie beispielsweise bei der PIO gegeben. Beachten Sie auch hier, daß der A/D Wandler am besten mit dem IORQ - Signal angesprochen werden sollte. Mit IORQ stehen Ihnen alle 256 Adressen zur Verfügung, die leider auch teilweise durch das Betriebssystem belegt sind.

Wie der Schaltplan zeigt, stehen insgesamt 6 Adressleitungen A0-A4 und A7 zur Verfügung. Um den Schaltungsaufwand gering zu halten, wurde keine 100%ige Adressdecodierung aufgebaut, zumal der A/D Wandler nur eine Adresse für IN - OUT Befehle belegt, und auch alle acht Analogkanäle nur eine Systemadresse benötigen.

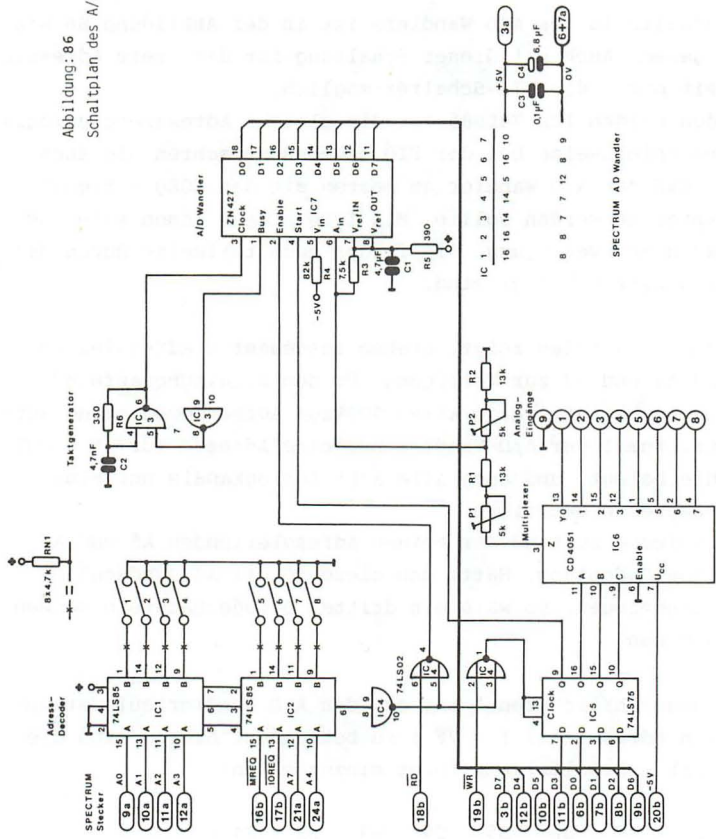
Der logische Zustand der beiden Adressleitungen A5 und A6 ist ohne Bedeutung. Hätte man diese in die Adressdecodierung einbezogen, so wäre ein dritter Decoderbaustein notwendig gewesen.

Am " ungefährlichsten " ist es, den A/D Wandler auf der dezimalen Adresse 127 (= 7F) zu betreiben. Hierzu sind die acht DIL - Schalter wie folgt einzustellen:

S8	S7	S6	S5	S4	S3	S2	S1

OFF	ON	ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF

Abbildung: 86
Schaltplan des A/D Wandlers mit dem ZN 427



Sie bemerken, daß nur das IORQ - Signal mit S6 ausgewählt wurde und die Adressleitung A7 mit S7 aktiviert worden ist.

Der IC 5 speichert die einzelnen Analogkanäle, damit festgestellt werden kann, an welchem Eingang der zu messende Wert anliegt. Bei diesem IC handelt es sich um zwei 2 - Bit D - Zwischenspeicher mit eigener Freigabe. Gleichzeitig steuert der Ausgang 4, Pin 9, den Start des Wandelvorgangs.

IC 6 ist ein 1 aus 8 Analogdaten Demultiplexer, der speziell für die A/D bzw. D/A Wandlung eingesetzt werden kann.

Der Anschluß 3 dieses Schaltkreises kann sowohl als Eingang wie als Ausgang verwendet werden, je nachdem ob die acht Informationen von acht Eingängen zu sammeln oder an acht Stellen zu verteilen sind.

In Abhängigkeit der Spannung am Pin 7 wird der Eingangsbereich bestimmt. Ist dieser Anschluß mit - 5 Volt verbunden, so wie es im Schaltplan der Abbildung 86 eingezeichnet ist, so ergibt sich ein Meßbereich von $\hat{=}$ 10 Volt, bzw. $\hat{=}$ 5 Volt.

Ein etwas kritischer Teil der Schaltung ist der Taktgeber, der mit dem IC 3, einem 74 LS 132, aufgebaut ist. Dieser Baustein enthält vier NAND - Gatter mit je zwei Eingängen und Schmitt - Trigger Funktion. Von diesem IC werden nur zwei Gatter benötigt. Mit dem RC - Glied, R6 und C2 wird die eigentliche Taktfrequenz gebildet. Sie darf keinesfalls größer als 600 kHz sein und auch nicht geringer als 400 kHz, da sonst Schwierigkeiten mit der Wandelzeit auftreten können. Bei einer Frequenz von 600 kHz ist zwischen Start der Wandlung und dem Lesebefehl für die gewandelten Daten soviel Zeit, daß der Wandelvorgang ordnungsgemäß abgeschlossen werden kann.

Bei niedrigeren Frequenzen müßten Sie sonst in Ihrem Programm noch zusätzlich eine Warteschleife einbauen, damit sichergestellt wird, daß der richtige gewandelte Wert auch eingelesen wird. Umgekehrt kommt Ihr Rechner mit dem Einlesen der gewandelten Daten nicht mehr nach.

11.2.2. Aufbau des A/D Wandlers

Das Platinenlayout des A/D Wandler ist in der Abbildungen 87 und 88 dargestellt. Hierbei handelt es sich um eine doppelseitige Platine. Den dazugehörigen Bestückungsplan finden Sie in der Abbildung 89. Die Stellen, die von Ihnen durchkontaktiert werden müssen, sind entsprechend markiert. Die Bohrungen für diese Verbindungen richten sich im wesentlichen nach dem verwendeten Draht. Da es leicht vorkommen kann, daß beim Durchkontaktieren sich eine Seite beim Löten wieder löst oder der Draht infolge der Wärme auf der anderen Seite wieder hinausfällt, sollte man die Bohrungen nur unwesentlich dicker machen, als der Durchmesser des verwendeten Drahtes.

Prüfen Sie zur eigenen Sicherheit nach Abschluß der Arbeit alle Durchkontaktierungen mit einem Ohmmeter auf Durchgang nach!

Die Verwendung von Hohlนieten ist besonders für Anfänger nicht zu empfehlen.

Es versteht sich von selbst, daß für alle ICs entsprechende Fassungen zu verwenden sind. Anschließend werden alle diskreten Bauelemente eingesetzt. Für die Pull - up Widerstände wird ein Netzwerk verwendet. Der Wert der einzelnen Widerstände ist unkritisch und kann zwischen 3,9 kOhm und 10 kOhm liegen. Ein besonderes Augenmerk ist auf den Kondensator C1 zu legen. Dieser muß mindestens eine Kapazität von 3,3 uF aufweisen, ideal wäre natürlich ein Wert von 4,7 uF.

Beachten Sie bitte, daß es sich hierbei unbedingt um einen Kondensator handeln muß, kein Elko oder bipolarer Elko. Da erfahrungsgemäß Beschaffungsschwierigkeiten bei diesen Bauformen in dieser hohen Kapazität auftreten können, wurden für C1 insgesamt 3 Kondensatoren vorgesehen. (siehe oben links im Bestückungsplan der Abbildung 89)

Hier kann man beispielsweise 3 Kondensatoren mit je 1,5

uF parallelschalten. Weitere kritische Bauelemente sind die Widerstände R1 - R6 . Hier sollten Sie die Werte der Stückliste unbedingt einhalten, denn andernfalls kann es vorkommen, daß sich Ihr A/D Wandler nicht mehr abgleichen läßt.

11.2.3. Abgleich und Inbetriebnahme des A/D Wandlers

Um den Wandler abzugleichen, muß zunächst der gewünschte Analogeingang ausgewählt werden. Über die 9 - polige Stiftleiste X2 stehen Ihnen 8 Eingänge zur Verfügung:

N =	0	1	2	3	4	5	6	7	
	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	= Analogeing.

Mit dem Befehl: OUT 127,N

können Sie den entsprechenden Eingang auswählen. Anschließend verbinden Sie diesen ausgewählten Eingang mit 0 Volt (Masse). Sie starten dann das folgende Konvertierungsprogramm und stellen P1 so ein, daß auf dem Bildschirm die Zahl 127 erscheint.

Im nächsten Abgleichschritt legen Sie diesen Analogeingang an + 5 Volt und stellen P2 so ein, daß die Zahl 255 erscheint. Hiermit ist der gesamte Abgleich des A/D Wandlers erledigt.

Um eine kontinuierlich anstehende Spannung wandeln zu können, benötigen Sie folgendes Konvertierungsprogramm:

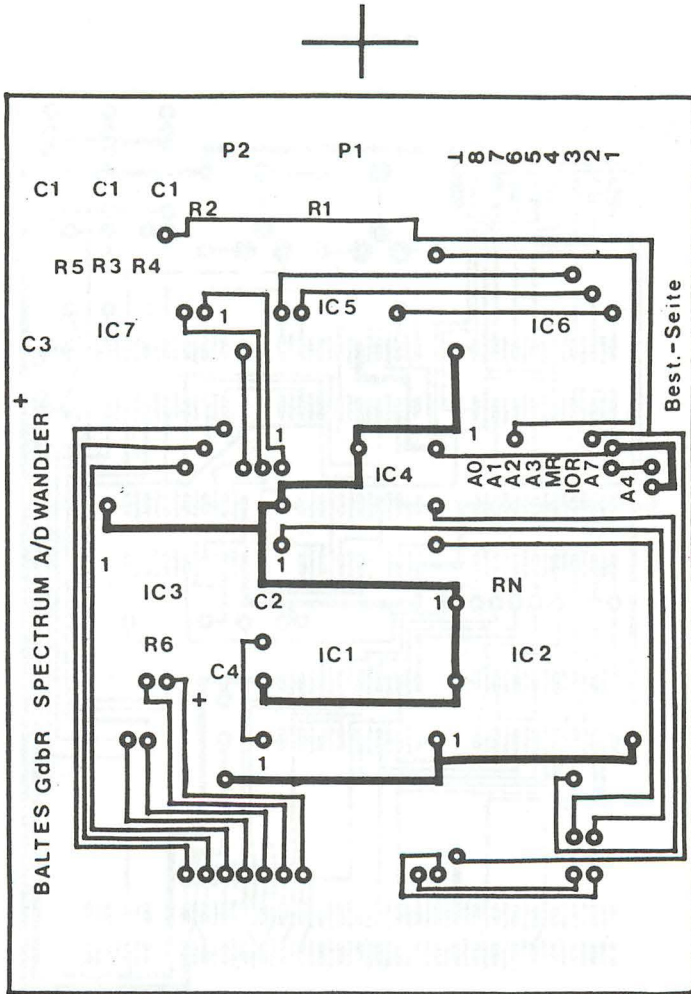
```
10 OUT 127,8+N
20 OUT 127,N
30 OUT 127,8+N
40 REM ** Einlesen konvertierter Wert **
41 PRINT IN 127
```


Durch eine einfache Bestückungsänderung können Sie den Meßbereich des A/D Wandlers ändern. Mit den im Bestückungsplan angegebenen Werte erhalten Sie einen Meßbereich von ± 5 Volt.

Abbildung: 87

Platinenlayout des A/D Wandlers mit dem ZN 427

----- BESTÜCKUNGSSEITE -----

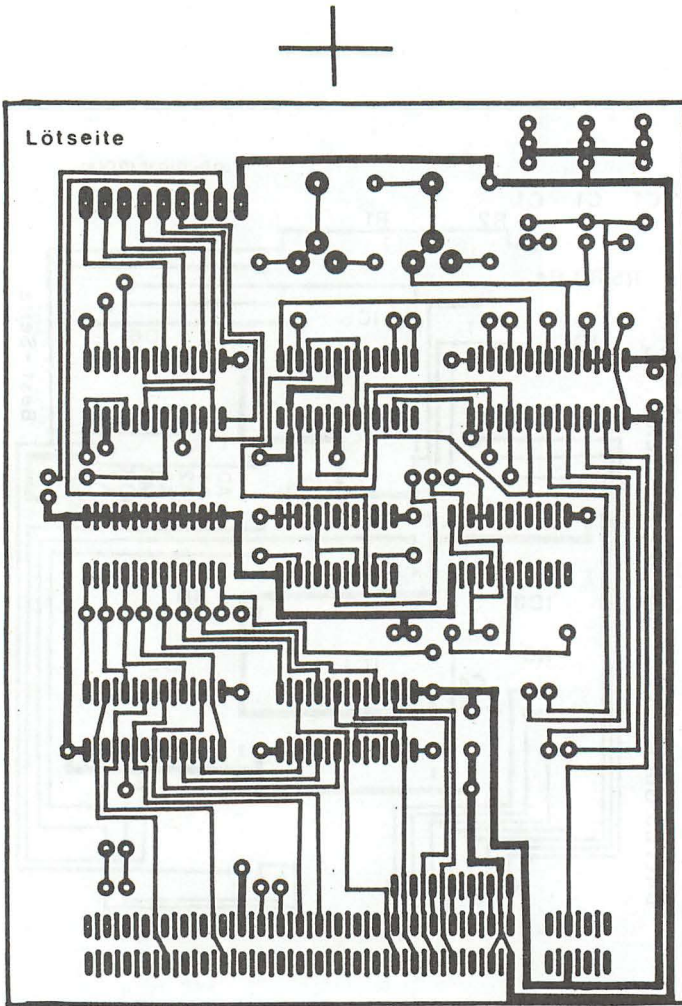


Maßstab: 1:1

Abbildung: 88

Platinenlayout des A/D Wandlers mit dem ZN 427

---- LÖTSEITE -----

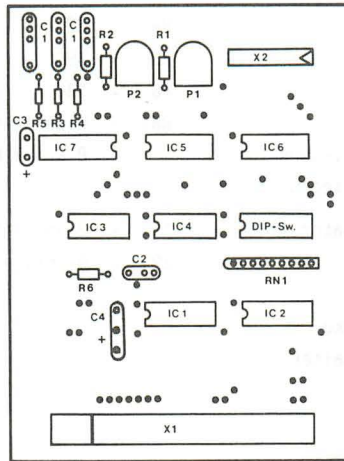


Maßstab: 1:1

Abbildung: 89

Bestückungsplan des A/D-Wandlers mit dem ZN 427

Bestückungsplan
Analog-Digital Wandler



*** Achtung: Die mit ● markierten Stellen geben die Durchkontaktierten Stellen wieder

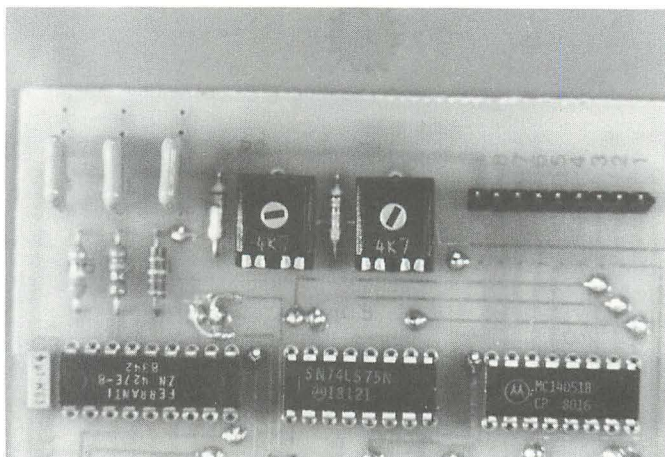
Maßstab: 1:2

Bauteile zum A/D Wandler

IC 1	=	74LS85		
IC 2	=	74LS85		
IC 3	=	74LS132		
IC 4	=	74LS02		
IC 5	=	74LS75		
IC 6	=	4051 (CMOS - IC)		
IC 7	=	ZN 427 (Ferranti)		
R1	=	13 k	R4	= 82 k
R2	=	13 k	R5	= 390
R3	=	7,5 k	R6	= 330
			RN1	= Widerstandsnetzwerk
P1	=	Trimmpoti 5k liegend		8 x 4,7 k
P2	=	Trimmpoti 5k liegend		
C1	=	4,7 μ F Kondensator !!	X1	= 28-poliger Sinclair Stecker
C2	=	4,7 nF	X2	= 9-polige Stiftleiste
C3	=	100 nF		
C4	=	6,8 μ F/10 V Elko		
DIP	=	8-fach DIL-Schalter		

Abbildung: 90

Teilansicht des A/D-Wandlers mit dem ZN 427. Oben links sind die drei Kondensatoren zu jeweils $1,5 \mu\text{F}$ zu sehen, für die je nach Baugröße mehrere Bohrungen vorgesehen sind. Daneben die beiden Trimpotentiometer zum Abgleich. Ganz rechts sehen Sie die Analogeingänge 1-8.



Erweiterung des Meßbereiches auf \pm 10 Volt :

R1 = 8,2 k

R2 = 27 k

R3 = 8,2 k

P1 = 10 k

Halten Sie unbedingt diese Widerstandswerte ein. Selbstverständlich muß für diesen Fall dem IC 6 am Pin 7 statt den - 5 Volt nun eine Spannung von - 10 Volt zugeführt werden.

Abbildung: 91

A/D - Wandler mit dem ZN 427 Teilansicht der Adressauswahl. Deutlich ist zu sehen, daß die Schalter 'S6 und S7 aktiviert sind. Unterhalb des DIL_Schalters befindet sich das Widerstandsnetzwerk

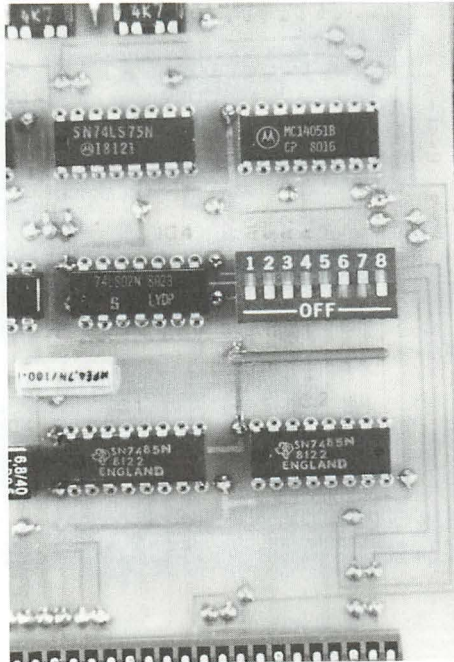
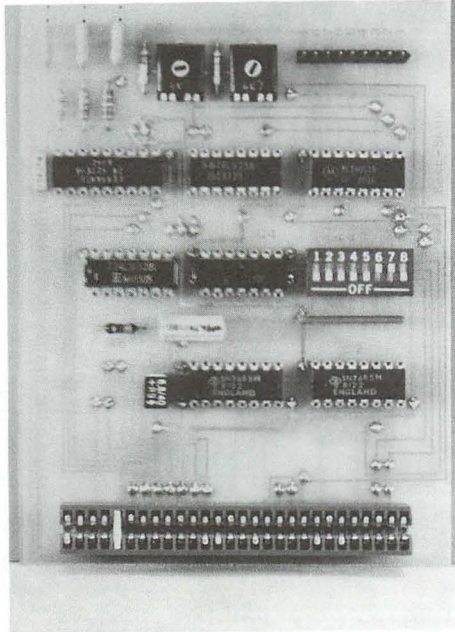


Abbildung: 92

Musteraufbau des A/D - Wandlers mit dem ZN 427



11.3. CA 3162E als A/D Wandler

Ein typischer Vertreter des schon erwähnten DUAL SLOPE Meßverfahrens ist der CA 3162E von RCA, dessen Blockschaltbild Sie in der Abbildung 93 sehen. Entwickelt wurde dieser IC für den Einsatz in Digitalmultimetern. In der Grundausbaustufe hat der CA 3162E einen Meßbereich von - 99 mV bis 999 mV, wobei nur eine einzige Versorgungsspannung von 5 Volt notwendig ist. Die Pinbelegung sowie die technischen Daten sind in der Abbildung 94 zusammengefaßt.

Die Anschlüsse 1,2 sowie 15 und 16 beinhalten die digitale Information der zu messenden Eingangsspannung (Vein), allerdings in gemultiplexter Form. Haben Sie beim ZN 427 den zu messenden Analogwert als vollständige binäre Informationseinheit erhalten, so stellt der CA 3162E diese zeitlich nacheinander versetzt zur Verfügung.

Abbildung: 93

CA 316 2E

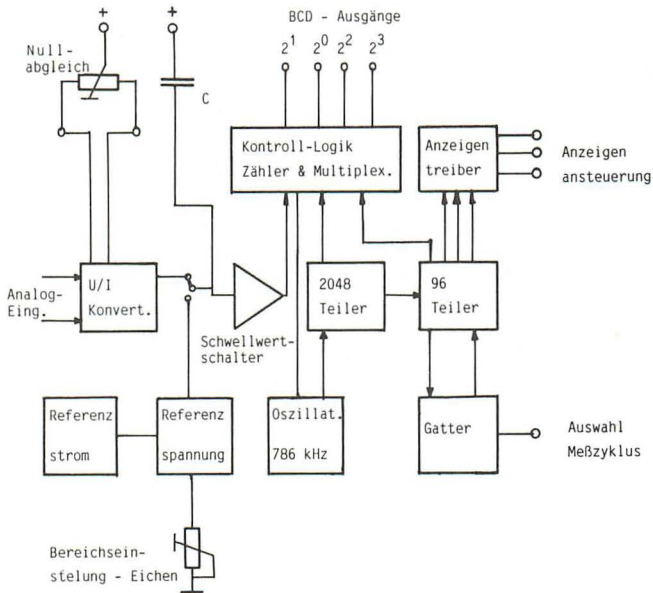


Abbildung: 94

CA 3162 E



Technische Daten des CA 3162 E

Versorgungsspannungsbereich	4,755,25	Volt
Stromaufnahme	35	mA
Alle Eingänge H-Pegel		
Ausgangsstrom	15	mA
Eingangsspannung für H-Pegel	2	Volt
Eingangsspannung für L-Pegel	0,8	Volt
Temperaturdrift	0,005 % /°C	Prozent je Grad Celsius
Eingangsimpedanz	100	MÖhm
Eingangsstrom (Pin 10 u. 11)	80	nA

Zunächst wird die höchste Anzeigestelle (Hunderter) an den Pins 1, 2, 15 und 16 ausgegeben. Während dieser Zeit liegt der Anschluß 4 auf einem L - Pegel, damit angezeigt werden kann, daß die höchstwertigste Informationseinheit (most significant digit = MSD) auf dem Ausgang liegt. Nach etwa 5 Millisekunden wird Pin 4 wieder " High " und Pin 5 wird auf einen Low - Pegel gelegt. Dann steht an den Ausgängen die niederwertigste (Einer) Informationseinheit, d.h. das least significant digit (LSD) zur Verfügung. Nach weiteren 5 Millisekunden erhält der Pin 3 Low - Pegel, und die Zehnerstelle (next significant digit = NSD) steht an den Ausgängen.

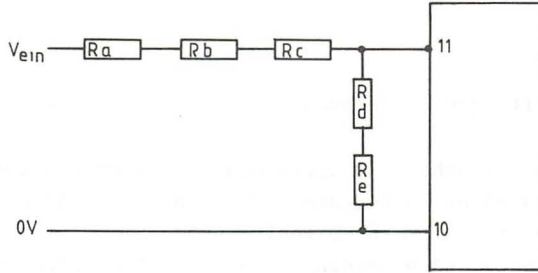
Dieses Verfahren des nacheinander getrennten Ausgebens von zusammengehörigen Informationen nennt man MULTIPLEXVERFAHREN. Schon jetzt dürfte klar sein, daß zum Zusammensetzen der vollständigen Information ein erhöhter Softwareaufwand notwendig ist.

Die Zeiten des Meßprozesses und der Multiplexauslesung werden durch den internen 786 kHz Oszillator gesteuert. Nach der Teilung durch 2048 entsteht eine Multiplexfrequenz von 384 Hz ($786000 : 2048$). Ein weiterer Teiler von 96 ergibt einen Meßzyklus von 4 Messungen pro Sekunde, wenn der Anschluß 6 unbeschaltet bleibt oder auf L - Pegel (Masse) gelegt wird.

Wird jedoch Pin 6 auf einen H - Pegel gelegt, d.h. mit + 5 V verbunden, so ist ein Teil des Zählers außer Betrieb gesetzt und der Zyklus beträgt 96 Messungen je Sekunde, die Multiplexrate bleibt hiervon unberührt.

Der für das DUAL SLOPE Verfahren erforderliche Kondensator wird zwischen die Anschlüsse 12 und der Versorgungsspannung gelegt. Die Genauigkeit des CA 3162E beträgt 0,1 %, d.h. ± 1 least significant digit, was gleichzusetzen ist mit einem

Abbildung: 95 Aufbau der Spannungsteiler



Meßbereich max.	R a	R b	R c	R d	R e
bis 1 Volt	-	-	-	-	-
bis 10 Volt	-	-	9 M	1 M	-
bis 100 Volt	-	9 M	900 k	100 k	-
bis 1000 Volt	9 M	900 k	90 k	10 k	-
bis 10 mA	-	-	-	-	100
bis 100 mA	-	-	-	1	9
bis 1 A	-	-	-	1/1W	-

Meßfehler von ca. ± 2 mV.

Zwei Trimpotentiometer P1 (Nullpunkt) und P2 (Meßbereich) sind für den Abgleich zuständig.

Das Überschreiten des positiven Meßbereiches wird durch die Kombination " EEE " angezeigt, eine zu niedrige Spannung durch " --- " .

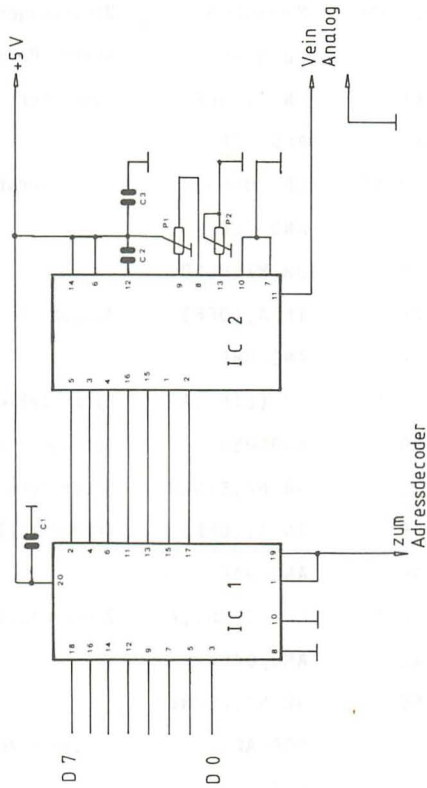
11.3.1. Schaltungsbeschreibung

Die vollständige Schaltung eines Digitalvoltmeters ist in der Abbildung 96 wiedergegeben. IC1, ein 74 LS 244 dient als BUS - Treiber für die acht Datenleitungen.

Die Anschlüsse 1 und 9 werden dem universellen Adressdecoder, Anschluß CS zugeführt. Zusätzlich sollte man über ein Gatter noch IORQ und RD anschließen. Mit dem Analogeingang Vein können nun Spannungen von -99 mV bis 999 mV gemessen werden. Für eine Erweiterung des Meßbereiches sind bestimmte Spannungsteiler erforderlich. Die genauen Werte sowie deren Anschluß entnehmen Sie der Abbildung 95.

Das Maschinenprogramm, dessen Listing Sie unter dem Kapitel 11.3.2. finden, schreibt bei jedem Durchlauf alle Werte und zwar in der Form : Hunderter, Einer, Zehner in den Zwischenspeicher. Dieses Programm ist mit dem " allgemeinen Erfassungsprogramm für Maschinencoderoutinen " einzugeben, welches Sie im Kapitel 22 wiederfinden. Selbstverständlich können Sie hierfür auch Ihre eigenen Programme verwenden.

Abbildung 96 Schaltung eines Digitalvoltmeters mit dem CA 3162E



- IC 1 = 74LS244
- IC 2 = CA 3162E
- P1 = Trimpotentiometer 47 k
- P2 = Trimpotentiometer 10 k
- C2 = 0,27 μ F Kondensator
- C1, C3 = 100 nF Kondensator

11.3.2. Software für den A/D Wandler mit dem CA 3162E

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
F230	F5	PUSH AF	Retten Register
F231	DB FF	IN A,(OFF)	Hunderter einlesen
F233	E62F	AND 02F	
F235	32 F2 55	LD (HUN),A	Hunderterstelle speichern
F238	E6 20	AND 020	
F23A	20 F5	JR NZ,HUND	
F23C	DB FF	IN A,(OFF)	Ausgabe der Einerstelle
F23E	E6 8F	AND 08F	
F240	32 F2 57	LD (EIN),A	Einerstelle speichern
F243	E6 80	AND 080	Abfrage Bit 7
F245	20 F5	JR NZ,EINER	Neuer Versuch
F247	DB FF	IN A,(OFF)	Zehnerstelle einlesen
F249	E6 4F	AND 04F	
F24B	32 F2 56	LD (ZEHN),A	Zehnerstelle speichern
F24F	E6 40	AND 040	
F251	20 F5	JR NZ,ZEHNER	
F253	F1	POP AF	Register zurücksetzen
F254	C9	RET	
F255	00	DEFB 00	
F256	00	DEFB 00	
F257	00	DEFB 00	

12. UNIVERSELLE SPRACHAUSGABE

Ein besonders interessantes Anwendungsgebiet der Heimcomputer stellt die Sprachausgabe dar. Leider sind aber kaum integrierte Schaltkreise auf dem Markt, die einerseits zu einem vernünftigen Preis erhältlich sind und andererseits dem Anwender sowohl in der Programmierung wie auch in der Verständlichkeit nicht allzu große Probleme bereiten. In diesem Kapitel wird Ihnen ein solches Sprachausgabesystem für den Spektrum vorgestellt, das die Voraussetzungen bezüglich der Handhabung doch weitgehend erfüllt.

Leider, und dies muß auch erwähnt werden, kostet der Sprachausgabe - IC über 100,- DM und ist zudem nur bei wenigen Distributoren erhältlich.

Schon seit längerer Zeit sind eine ganze Reihe von Verfahren zur Erzeugung einer künstlichen Sprache bekannt. Grob können wir diese in zwei große Gruppen einteilen:

Sprachsynthese mit einem FESTEN Wortschatz

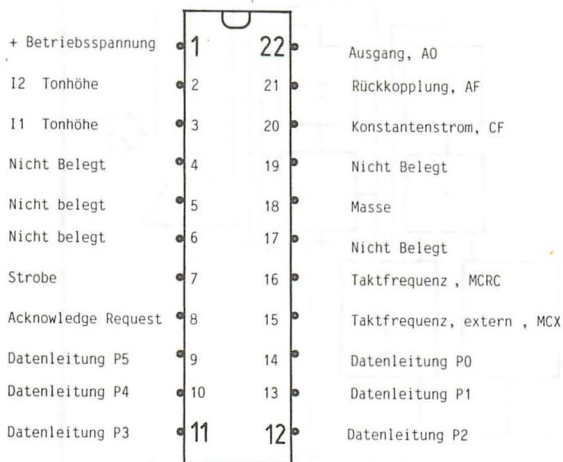
Sprachsynthese mit einem BELIEBIGEN Wortschatz

Die Geräte der ersten Gruppe sind heute schon sehr ausgereift und auch schon zu günstigen Preisen erhältlich, wenn man nur an die zahlreichen Versionen moderner Bordcomputer und Spielautomaten denkt.

Für uns sind diese Schaltkreise kaum verwendbar, denn sie besitzen nur einen festen Wortschatz, oftmals von weniger als 100 Begriffen, die maskenprogrammiert und somit nicht änderbar sind.

Der im folgenden vorgestellte Sprachbaustein arbeitet als sogenannter Phonemgenerator. Er ist " nur " in der Lage,

einzelne Laute (Phoneme) auszustoßen. Werden diese nun richtig zusammengesetzt, so können hiermit Wörter und vollständige Sätze gesprochen werden. Die Sprechdauer der einzelnen Laute schwankt zwischen 0,07 und 0,25 Sekunden. Allerdings, und dies werden Sie sofort beim ersten Test bemerken: Unsere aufgebaute synthetische Sprachausgabe hat einen deutlichen amerikanischen Akzent.

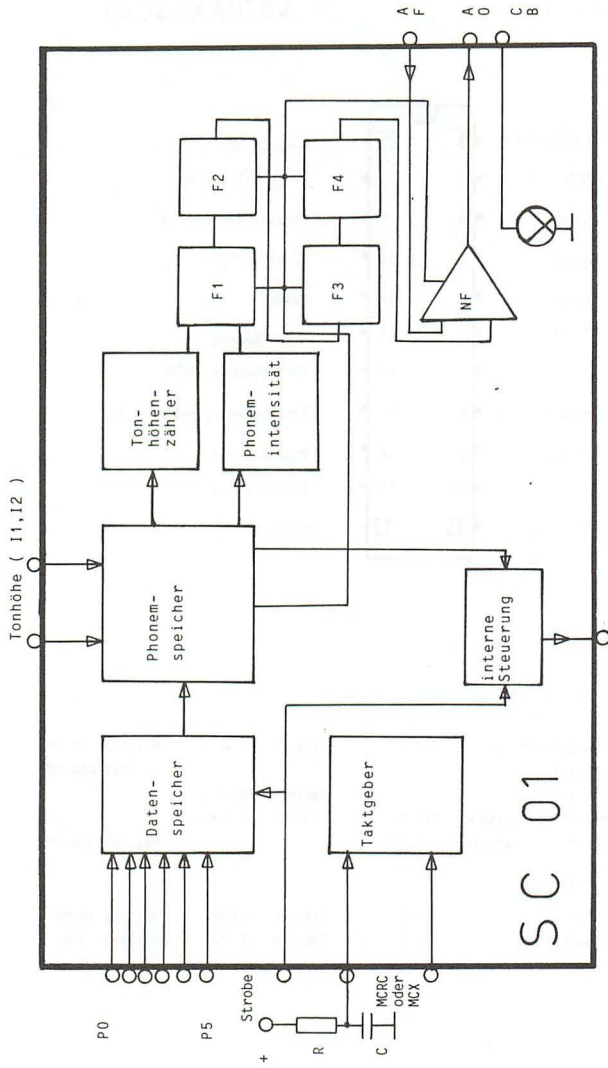


SC 01 Betriebsdaten:

Versorgungsspannung	Pin 1	Typisch 12 Volt	maximal 20 Volt
Verlustleistung			maximal 650 mW
interner Oszillator		Typisch 720 kHz	
Taktfrequenz Widerstand	Pin 16	Mindest. 6,5 k	
Taktfrequenz Kondensator	Pin 16		maximal 300 pF

STROMAUFNAHME

bei 9 Volt	Pin 1	Typisch 9,1 mA	maximal 18 mA
bei 14 Volt	Pin 1	Typisch 18 mA	maximal 27 mA



ACKNOWLEDGE-REQUEST

Abbildung: 98 Blockschaltbild des Sprach-IC's SC 01 von VOTRAX

12.1. Schaltungs- und Funktionsbeschreibung

Die Sprachausgabe kann nur im Zusammenhang mit der PIO betrieben werden. Lesen Sie sich in diesem Zusammenhang nochmals die wichtigsten Merkmale dieser Schaltung durch.

Kernstück des Sprachsynthesizers ist der IC SC 01 der Firma VOTRAX, dessen Anschlußbelegung Sie in der Abbildung 97 wiederfinden. Bemerkenswert ist, daß dieser IC bezüglich seiner Abmessungen vollkommen außerhalb der gängigen Norm liegt. Der Abstand zwischen den gegenüberliegenden Pins, beispielsweise 1 und 22, beträgt das Doppelte, also rund 10 mm, im Vergleich zu den normalen 14- oder 16 - poligen ICs. Auch ist die Gesamtzahl von 22 Anschlüssen nur bei wenigen, speziellen integrierten Schaltkreisen zu finden.

Die Abbildung 98 zeigt Ihnen den internen Aufbau des SC 01. Die Adressierung geschieht über einen 6 Bit Phonem - Code, wobei jedes Wort ungefähr genauso viele Phoneme hat, wie es Buchstaben aufweist. Mit dem Aufbau sowie der Programmierung der einzelnen Phoneme zu vollständigen Wörtern und Sätzen werden wir uns im Laufe dieses Kapitels noch sehr ausführlich befassen.

Neben der Adressierung der Phoneme über die Dateneingänge P0 - P5 durch die sechs niederwertigsten Bits, werden mit den zwei höchstwertigsten Bits die Tonhöhe (I1, I2) der auszusprechenden Phoneme gesteuert.

Der Strobe - Eingang, Pin 7, zeigt durch eine positive Flanke an, daß die Daten gültig sind, und der Anschluß " Acknowledge - Request ", Pin 8, gibt nach einer phonem-spezifischen Zeit eine positive Anforderung, damit die neuen Daten zur Verfügung gestellt werden.

Erhält nämlich der Sprach - IC nach ca. 0,5 ms nach der Aussprache eines Lautes nicht das nächste Phonem angeliefert,

so sinkt die Qualität der künstlichen Sprache erheblich. Der zu sprechende künstliche Laut liegt solange am Ausgang des SC 01 an, wie der dazugehörige sechsstellige Code an den Eingängen P0 - P5. Es muß daher bei der Programmierung immer gewährleistet sein, daß, sobald der Sprach - IC durch den Anschluß Acknowledge - Request, Pin 8, eine positive Flanke ausgibt, der nächste Phonemcode anliegt.

Ausgangsseitig besitzt der SC 01 drei Anschlüsse:

AO, Pin 22, an dem die Ausgangsspannung anliegt, AF, Pin 21, eine Rückkopplung zum negierten Eingang des internen Operationsverstärkers und CB, Pin 20, der Ausgang einer Konstantenstromquelle mit etwa 5 mA Belastbarkeit.

Das Zeitdiagramm der Abbildung 99 verdeutlicht Ihnen die Zusammenhänge zwischen Strobe und Acknowledge - Request.

Der VOTRAX - IC besitzt einen internen Taktgeber, der mit einer typischen Frequenz von 720 kHz betrieben wird und über die Anschlüsse 15 und 16, MCX bzw. MCRC, von außen beeinflussbar ist.

In unserer Standardversion sind diese Anschlüsse miteinander verbunden und liegen am gemeinsamen RC - Glied C1 und R1. Für den Anfänger empfiehlt es sich nicht, mit einem externen Takt zu experimentieren.

Erst wenn man genügend Erfahrung mit der Programmierung des ICs gesammelt hat, kann man verschiedene Spezialeffekte durch einen externen Takt versuchen

Eine solche Taktfrequenz wird über den Anschluß MCX (Master Clock External) dem Sprach - IC zugeführt. Für diesen Fall müssen Sie aber den Anschluß MCRC, da Sie ja kein externes RC - Glied verwenden, mit der Masse verbinden.

Zum einen besteht die Möglichkeit, durch einen Potentiometer den internen Takt zu verändern und die Stimme effektvoller klingen zu lassen, zum anderen ist auch hier ein Fotowiderstand denkbar. Eine weitere Möglichkeit besteht im Einsatz eines Digital - Analog - Wandlers, um durch Programmierung auf die Frequenz eingreifen zu können.

Durch Experimente werden Sie feststellen können, daß sich der Sprach - Ic nicht nur zur Erzeugung synthetischer Laute eignet, sondern daß Sie auch je nach Programmierung die unmöglichsten Geräusche oder Musikklänge hervorlocken können. Die wichtigsten technischen Daten hierzu finden Sie in der Tabelle der Abbildung 100.

Abbildung: 99 VOTRAX, Zeitdiagramm
 Quellenhinweis: SC 01 Datenblatt VOTRAX

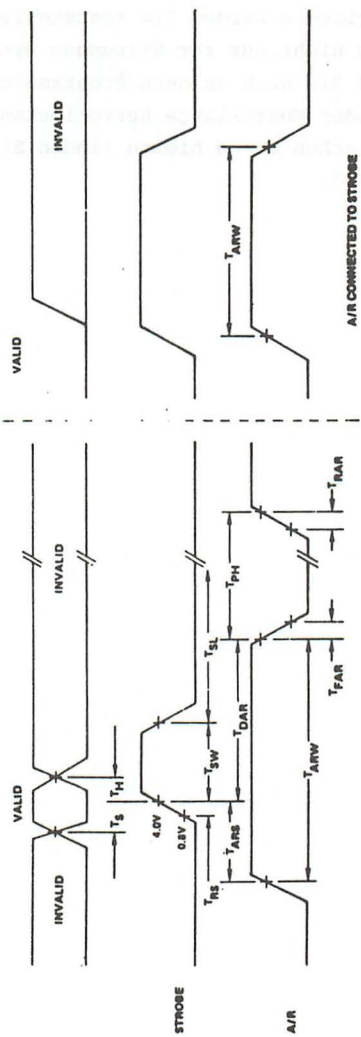


Abbildung 100

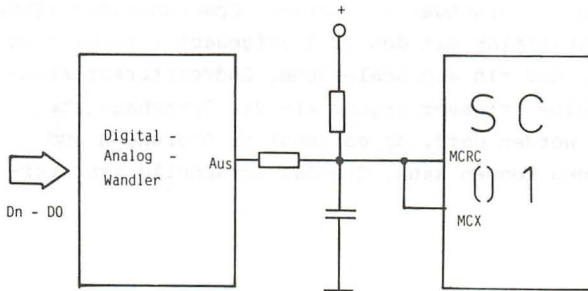
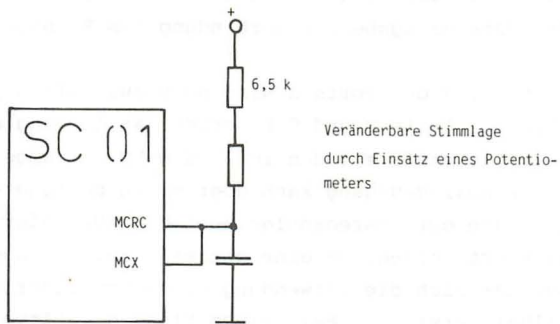
Technische Daten und Erläuterungen des S C 0 1

Bedeutung	Symbol	MIN.	TYP.	MAX.	Einh
Eingangssetzzeit (Input-Setup-Time)	TS	450			ns
Eingangshaltezeit (Input-Hold-Time)	TH	0			ns
Flankenanstieg des Strobe von 0,8 V - 4 V (Rise time of Strobe Edge)	TRS			100	ns
Acknowledge Request Breite mit Strobe verbunden (A/R Width A/R connected to STB) **	TARW	1	1,3	2	usec
Strobe Breite (STB Width)	TSW	200			ns
Strobe - Low *	TSL				ns
Verzögerungszeit Strobe nach A/R nach TARW (Propagation Delay STB-A/R)	TDAR			500	ns
Flankenanstiegszeit Acknow.-Req. bei Eing.Kapaz. 30 pF (A/R Rise Time Capacitive 30pF)	TRAR			100	ns
Zeit von Acknow.-Req. zum Strobe (Time form A/R Req to Strobe)	TARS	0		500	usec
Zeitdauer des Phonems (Time of Phonem Duration)	TPH	47	107	250	msec

- ** Abhängig von der Oszillatorfrequenz : 720 kHz
- * Der Strobeimpuls muß mindestens über die Zeitdauer der 72-fachen Oszillatorfrequenz auf Low bleiben, bevor die Flanke aufsteigt.

Allerdings erfordert es schon eine Menge Programmiererfahrung, um mit dem SC 01 richtig umgehen zu können. Die Abbildung 101 gibt Ihnen einige Möglichkeiten zur Taktbeeinflussung.

Abbildung:101 Möglichkeiten der Stimmlagenänderung



Veränderbare Stimmlage durch den Einsatz eines Digital-Analog-Wandlers

Der Schaltplan der universellen Sprachausgabe ist in der Abbildung 102 wiedergegeben. Wie schon eingangs erwähnt, benötigt die Sprachausgabe als Verbindung zum Rechner die PIO.

Neben den acht Bits des Ports A wird noch zusätzlich jeweils das erste Bit des Ports B und C benötigt. Am Ausgang des SC 01 ist eine Filterstufe mit dem IC 2, dem LM 386 angeschlossen. Der Analogausgang kann über einen geeigneten Verstärker, z.B. dem der Stereoanlage über den AUX- oder TUNER-eingang zugeführt werden. Um eine optimale Sprachwiedergabe zu erzielen, hat sich die Verwendung eines Equalisers als sehr vorteilhaft erwiesen. Bei seinem Einsatz sollten aber die Frequenzen zwischen 8 und 12 kHz stark abgesenkt werden. Die Amplitude des Ausgangssignals liegt bei 100 mVss.

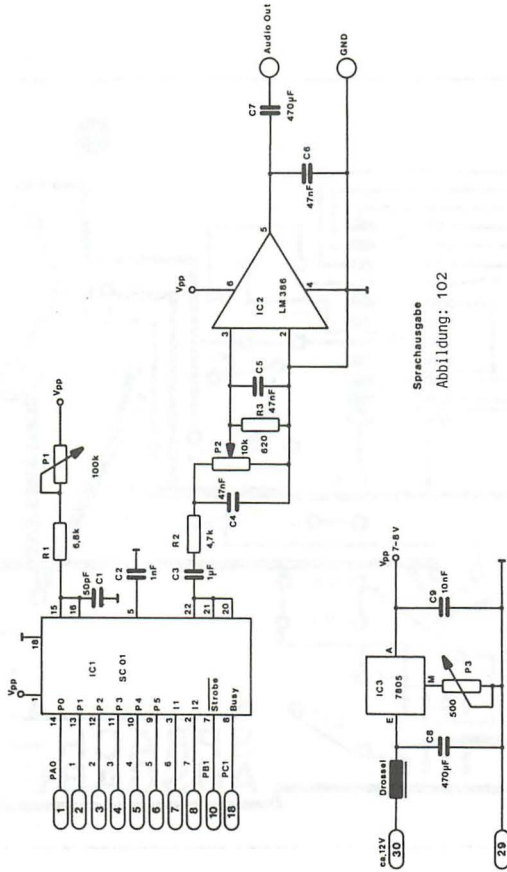
Die Sprachausgabe verwendet eine eigene Spannungsversorgung, die auf dem Schaltplan mit dem IC 3 aufgebaut ist. Wichtig ist vor allem, daß ein angeschlossener Endverstärker keinesfalls an dieselbe Stromversorgung wie die Sprachausgabe angeschlossen werden darf, da es sonst zu Störungen und Schwingneigungen kommen kann, die das Sprachbild sehr verzerren.

12.2. Aufbau der Sprachausgabe

Das Platinenlayout und der Bestückungsplan ist in der Abbildung 103 und 105 wiedergegeben.

Beim Bestücken der Platine halten Sie sich bitte an folgende Reihenfolge:

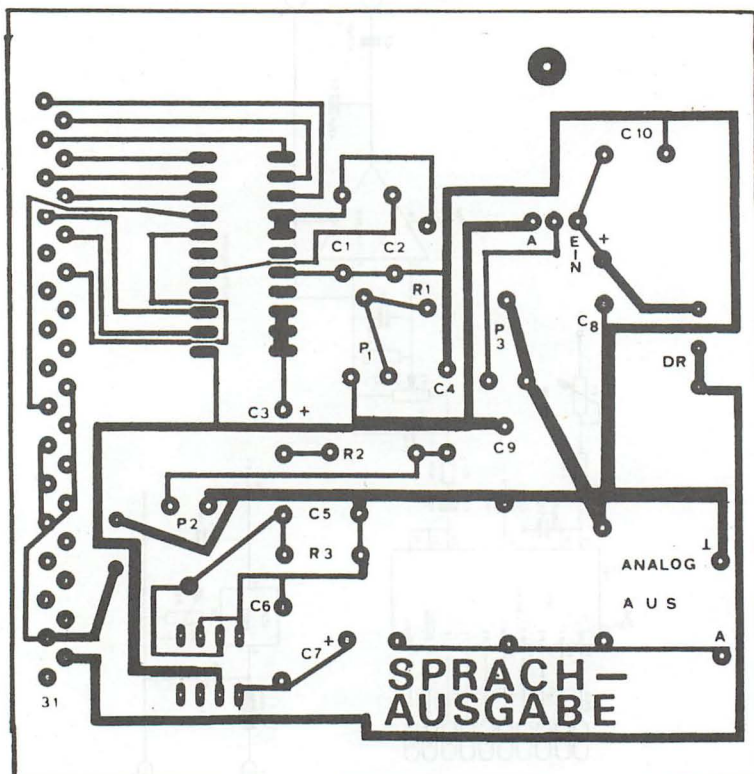
Zuerst löten Sie die zwei IC - Fassungen und den 31 - poligen Verbindungsstecker zur PIO ein. Achten Sie besonders beim Kauf der 22 - poligen SC 01 Fassung darauf, daß diese nicht der üblichen Norm entspricht, sondern wesentlich breiter ist.



Spracheausgabe
Abbildung: 102

Abbildung: 103

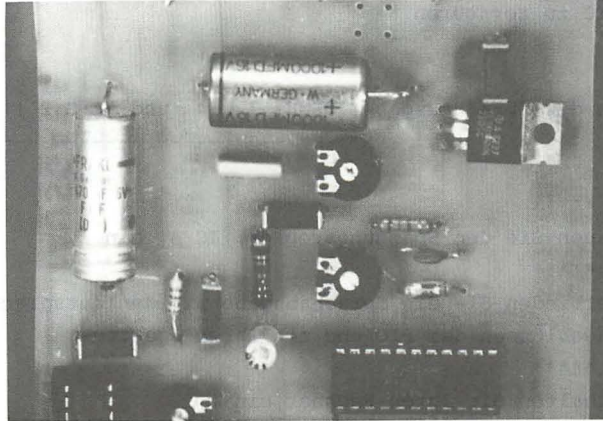
Platinenlayout zur Sprachausgabe



Maßstab: 1:1

Abbildung: 104

Teilansicht der Sprachausgabemit dem Votrax-IC SC01



Sollten Beschaffungsprobleme auftreten, so können Sie sich auch mit IC - Kontaktleisten behelfen.

Im nächsten Arbeitsgang bauen Sie alle übrigen diskreten Bauelemente ein. Ist die Platine nun vollständig bestückt und auch nochmals auf kalte Lötstellen oder Leiterbahnunterbrechungen hin überprüft worden, kann der Abgleich erfolgen.

Auch hier ist unbedingt die vorgegebene Reihenfolge einzuhalten, wenn Sie nicht Gefahr laufen wollen, den sehr teureren VOTRAX-IC zu zerstören.

Abgleich der Sprachausgabe OHNE I C 1 und I C 2 !!

***** 1 *****

Bauen Sie den Spannungsregler, IC 3, ein.

***** 2 *****

Verbinden Sie die Sprachausgabe mit den entsprechenden Anschlüssen der PIO und mit Ihrem Spektrum.

***** 3 *****

Schalten Sie Ihren Rechner ein !

***** 4 *****

Mit dem Trimpotentiometer P3 stellen Sie eine Spannung zwischen 7 und 8 Volt ein. Dieses ergibt später das beste Signal - Rauschverhältnis.

***** 5 *****

Schalten Sie nun Ihren Rechner wieder ab.

***** 6 *****

Setzen Sie den IC 2 in die Fassung ein.

***** 7 *****

Setzen Sie den SC 01 in die vorgesehene Fassung!

A C H T U N G !!

Der Sprach - IC ist ein CMOS - Typ. Behandeln Sie ihn mit äußerster Vorsicht und vermeiden Sie es, ihn an den Anschlüssen zu berühren. Wenn Sie sich in der Hand-

habung mit CMOS - Schaltkreisen nicht sicher fühlen, so sollten Sie hier unbedingt einen erfahrenen Kollegen zu Rate ziehen.

***** 8 *****

Schalten Sie nun den Rechner einschließlich der Stromversorgung wieder ein.

***** 9 *****

Mit dem Trimpotentiometer P1 sollten Sie eine Frequenz von 720 kHz einstellen. Mit diesem können Sie später die Sprachgeschwindigkeit in einem gewissen Rahmen verändern. Sollten Sie kein entsprechendes Meßgerät zur Hand haben, so können Sie diesen Poti vorläufig in Mittelstellung bringen und ihn später beim Abhören der Phoneme nach Geschmack einstellen.

***** 10 *****

Mit dem Potentiometer P2 können Sie die gewünschte Lautstärke einstellen, indem Sie die Kennlinie des Filters verändern. Dieser sollte für den Anfang auch in Mittelstellung gebracht werden.

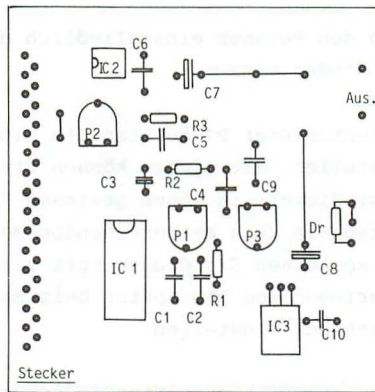
Nach diesen zehn Punkten ist die Sprachausgabe zur ersten Programmierung einsatzbereit.

Das Testprogramm zur Einstellung der Sprachgeschwindigkeit finden Sie am Ende dieses Kapitels. Diesem Programm kann ab der Programmzeile 410 die Ansteuerung der VOTRAX - Sprachausgabe entnommen werden.

Da in dem Programm ausführliche Bemerkungszeilen über die Arbeitsweise bzw. der Phonemprogrammierung eingefügt sind, kann man sich eine weitere Erläuterung an dieser Stelle ersparen.

Versuchen Sie am besten selbst, die Wirkungsweise und die Verständlichkeit der einzelnen Phoneme zu testen, indem Sie die DATA - Anweisungen der einzelnen Texte verändern. Eine genaue Übersicht hierzu finden Sie im nächsten Kapitel.

Abbildung: 105
Bestückungsplan der Sprachausgabe



Bauteile:

IC 1 = SC 01A

IC 2 = LM 386

IC 3 = 7805

C1 = 51 pf

C2 = 1 nF

C3 = Elko 1 μ F/25 V

C4 = 47 nF

C5 = 47 nF

C6 = 100 nF

C7 = 470 μ F / 16 V

C8 = 1000 μ F/ 16 V

C9 = 10 nF

C10 = 100 nF

R1 = 6,8 k

R2 = 4,7 k

R3 = 620

P1 = Trimpotentiometer 50k lieg.

P2 = Trimpotentiometer 10k lieg.

P3 = Trimpotentiometer 500 lieg.

Dr. = UKW-Drossel

Stecker: 31-poliger Platinenstecker,
gewinkelt

Maßstab: 1:2

```

0010 REM ***** SPRACHAUSGABE MIT SC 01 *****
0020 REM ***** H.BORNGRAEBER MAERZ 84 *****
0030 REM ----- PIO Initialisierung -----
0040 OUT 127,129
0050 REM ----- Strobe Ausgang auf 1 -----
0060 OUT 63,2
0070 REM ----- Text->Guten Tag meine Damen und Herren -----
0080 DATA 92,119,119,170,06,13,03,106,85,08,92,62,12,21,4
1,13,06,03,158,149,140,06,13,03,55,13,04,62,91,70,72,1
3,63
0090 REM ----- Ausgabeschleife fuer erste DATA Anweisung -----
0100 FOR n=1TO 33
0110 REM ----- Datenwort aus DATA Anweisung lesen -----
0120 READ d
0130 REM ----- Sprung zur Datenausgabe Routine -----
0140 GO SUB 430
0150 NEXT n
0160 REM ----- Text->Dies ist ein Chip fuer synthetische Sprache -----

0170 DATA 94,105,105,95,03,41,31,42,03,21,41,13,03,42,81
,105,37,03,29,10,08,03,31,41,13,42,33,33,42,60,17,06,0
3,31,37,21,27,27,59,03,62
0180 RESTORE 170
0190 REM ----- Ausgabeschleife fuer zweite DATA Anweisung -----
0200 FOR n=1TO 41
0210 READ d
0220 GO SUB 430
0230 NEXT n
0240 REM ----- Text->Er spricht noch mit englischem Akzent -----
0250 DATA 06,08,03,17,37,107,124,80,42,03,13,53,80,03,12
,60,42,67,111,84,24,60,17,06,12,03,08,25,42,31,06,13,4
2,03,62
0260 RESTORE 250
0270 REM ----- Ausgabeschleife fuer dritte DATA Anweisung -----
0280 FOR n=1TO 35
0290 READ d
0300 GO SUB 430
0310 NEXT n
0320 REM ----- Text->Er wird bald Deutsch lernen -----
0330 DATA 06,08,03,15,60,08,04,03,78,72,88,04,03,94,117,
41,42,17,03,24,46,08,13,06,13,03
0340 RESTORE 330
0350 REM ----- Ausgabeschleife fuer vierte DATA Anweisung -----
0360 FOR n=1TO 26
0370 READ d
0380 GO SUB 430
0390 NEXT n
0400 RESTORE
0410 REM ***** Datenausgabe Unterroutine *****
0420 REM ----- Datenwort an PIO-Port A ausgeben -----
0430 OUT 31,d
0440 REM ----- Strobe auf 0 setzen -----

```

```
0450 OUT 63,0
0460 REM ----- Warteschleife mit Abfrage ob SC-01 Busy -----
0470 IF IN 95<> 1THEN GO TO 470
0480 REM ----- Strobe auf 1 setzen -----
0490 OUT 63,2
0500 RETURN
```

12.3. Programmbeispiele

In diesem Kapitel werden Ihnen einige Tabellen vorgestellt, die neben dem Phonemcode die entsprechende Ausgabe enthalten. Beachten Sie bei dieser ersten Tabelle, daß es sich hierbei um englische Wörter handelt, bei denen zur besseren Verständlichkeit die Betonungssilbe unterstrichen ist. Zusätzlich finden Sie noch die Dauer der phonemischen Aussprache.

TABELLE 1

Phonemcode (hex)	Phonensymbol	Zeitdauer in ms	Beispielwort (englisch)
00	EH3	59	jack <u>e</u> t
01	EH2	71	<u>e</u> nlist
02	EH1	121	he <u>a</u> vy
03	PAØ	47	..
04	DT	47	bu <u>t</u> ter
05	A2	71	ma <u>d</u> e
06	A1	103	ma <u>d</u> e
07	ZH	90	azu <u>r</u> e
08	AH2	71	ho <u>n</u> est
09	I3	55	inhi <u>b</u> it
0A	I2	80	<u>i</u> nhibit
0B	I1	121	inhi <u>b</u> it
0C	M	103	<u>m</u> at
0D	N	80	su <u>n</u>
0E	B	71	<u>b</u> ag
0F	V	71	<u>v</u> an
10	CH	71	<u>c</u> hip
11	SH	121	<u>s</u> hop
12	Z	71	<u>z</u> oo
13	AW1	146	la <u>w</u> ful
14	NG	121	th <u>i</u> ng
15	AH1	146	f <u>a</u> ther
16	001	103	<u>l</u> ooking
17	00	185	<u>b</u> ook
18	L	103	<u>l</u> and
19	K	80	tr <u>i</u> ck

Phonemcode (hex)	Phonemsymbol	Zeitdauer in ms	Beispielwort (englisch)
1A	J	47	<u>j</u> udge
1B	H	71	he <u>l</u> lo
1C	G	71	<u>g</u> et
1D	F	103	<u>f</u> ast
1E	D	55	pa <u>i</u> d
1F	S	90	pa <u>s</u> s
20	A	185	<u>d</u> ay
21	AY	65	<u>d</u> ay
22	Y1	80	<u>y</u> ard
23	UH3	47	miss <u>i</u> on
24	AH	250	<u>m</u> op
25	P	103	pa <u>s</u> t
26	O	185	<u>c</u> old
27	I	185	<u>p</u> in
28	U	185	mo <u>v</u> e
29	Y	103	<u>a</u> ny
2A	T	71	<u>t</u> ap
2B	R	90	<u>r</u> ed
2C	E	185	me <u>e</u> t
2D	W	80	<u>w</u> in
2E	AE	185	<u>d</u> ad
2F	AE1	103	<u>a</u> fter
30	AW2	90	<u>s</u> alty
31	UH2	71	<u>a</u> bout
32	UH1	103	<u>u</u> ncle
33	UH	185	<u>c</u> up
34	O2	80	<u>f</u> or
35	O1	121	abo <u>a</u> rd
36	IU	59	<u>y</u> ou
37	U1	90	<u>y</u> ou
38	THV	80	<u>t</u> he
39	TH	71	<u>t</u> hin
3A	ER	146	<u>b</u> ird
3B	EH	185	<u>g</u> et
3C	E1	121	<u>b</u> e
3D	AW	250	ca <u>l</u> l
3E	PA1	185	.-.
3F	STOP	47	.-.

Die unterstrichenen Buchstaben geben die jeweiligen Phoneme mit der entsprechenden Betonung wieder, die Wörter dienen lediglich als Beispiel.

Die Tabelle 1 zeigt Ihnen die Aussprache englischer Phoneme. Für das Programmieren in deutscher Sprache lassen sich nicht alle Phoneme verwenden, ebenso müssen Sie bestimmte, in der deutschen Sprache vorkommenden Phoneme umgehen, d.h. mit anderen Wörtern umschreiben. Die größten Schwierigkeiten für den Anfänger bereiten naturgemäß die Vokale und deren richtige Betonung. Hier müssen Sie bei der Programmierung etwas Geduld aufbringen: Die Tabelle 2 gibt Ihnen einen Überblick über die Verwendbarkeit der deutschen Phoneme.

Tabelle 2

deutsches Phonem	Beispielwort	zu benutzender Code und Erläuterung
A	lahm	AH1,AH2 , u.U. beide nacheinander
A	ab	AH1
Ä	ärger	AE,A1,EH2
E	lehm	AY,A1
E	leben	A1,EH3
I	lieb	2 mal Y
I	licht	Y,I
O	lob	O,u.U. 2 mal O, bzw. 001
O	ob	01
Ö	zwölf	ER, allerdings nicht immer darstellbar
U	ruf	U1, u.U auch 2 mal U1
U	und	U1,001,W
Ü	für,hübsch	schlecht darstellbar, mit kurzem I2 versuchen, IU
EU	äu	01 EH3 Y
EI		AH1 - Y
AU		AH2 - UH3 oder AH1 - UH3 - W
CH	ich,ach	mit 2 mal H versuchen oder mit TH
R		R,achtung klingt amerikanisch
ER	herr	ersetzen mit AH2, da dieses Phonem oft verschluckt gesprochen wird
C,Z	cäsar,zeit	T - S

Sollen die Konsonanten schärfer klingen, so empfiehlt es sich, vor dem Konsonanten ein "PAO" einzugeben. Ebenso sollten Sie mit "PAO" arbeiten, wenn Sie es mit Endkonsonanten zu tun haben, wie zum Beispiel bei der Aussprache von "WEG". Ein End D kann noch zusätzlich als DT verstärkt werden.

Im nächsten Beispiel (1 - 5) wird Ihnen die vollständige phonemische Codierung einiger Sätze wiedergegeben.

deutsches Phonem	Beispielwort	zu benutzender Code und Erläuterung
J		Y
S	sanft	Z
B		S
V	viel	F
W		V
SCH		SH
NG	eng	NG
G	wie in Genie	J

Die letzte Tabelle zeigt Ihnen die wichtigsten deutschen Phoneme sowie das Alphabet für die Programmierung des SC 01. Die einzelnen Phoneme werden hier in hexadezimaler Schreibweise dargestellt. Dies ist vor allem für diejenigen von Vorteil, die den Phonemsprachschatz und die wichtigsten Wörter in einem EPROM abspeichern wollen. Alle anderen müssen den hexadezimalen Phonemwert in den dezimalen Wert umschlüsseln.

Tabelle 3

Zu sprechender Buchstabe bzw. Wort	hexadeziamle Schreibweise der Phoneme
A	15 15 FF
B	0E 2C FF
C	2A 1F 2C FF
D	2A 3C 3C FF
E	0B 0B FF
F	02 1D FF
G	19 2C FF
H	1B 1B 15 15 FF
I	29 29 FF
J	1E 1A 35 2A 1B FF
K	19 1B 15 08 FF
L	20 18 FF
M	20 0C 0C FF
N	20 0D 0D FF
O	26 26 FF
P	25 1B 20 FF
Q	19 1B 28 28 FF
R	20 2B FF
S	20 1F FF
T	2A 20 FF
U	28 28 FF
V	1D 08 28 FF
W	2D 20 FF
X	29 19 1F FF
Y	29 25 1F 3C 18 26 0D FF
Z	2A 1F 20 2A 1B FF

Zu sprechender Buchstabe bzw. Wort	hexadezimale Schreibweise der Phoneme
Eins	08 29 0D 1F FF
Zwei	1F 2D 08 29 FF
Drei	2A 2B 08 29 FF
Vier	0F 3C 2B FF
Fünf	1D 36 0D 1D FF
Sechs	1F 2F 19 1F FF
Sieben	12 2C 0E 20 0D FF
Acht	15 10 2A 1B FF
Neun	0D 0D 35 29 0D FF
Zero	12 2C 2B 26 FF
Zehn	2A 1F 20 0D 0D FF
Zwölf	2A 1F 1F 2D 3A 18 1D FF
sechs-	1F 01 01 10 FF
Sieb-	12 2C 0E FF
-zig	2A 1F 3C 19 1B FF
Hundert	1B 28 0D 1E 3B 00 2B 2A 1B FF
Tausend	2A 15 28 12 21 0D 2A 1B FF
Million	0C 27 18 2C 35 35 0D 02 0D FF
Millionen	0C 27 18 2C 35 35 0D 02 0D FF
Milliarde	0C 0A 18 27 15 28 1E 02 FF
Hexa	1B 00 19 1F 15 FF
Prozent	25 2B 34 2A 1F 00 0D 2A 1B FF
Null	0D 0D 26 18 FF
Ja	3C 15 FF
Nein	0D 15 29 0D FF
Bit	0E 09 2A 1B FF
Byte	0E 15 09 2A 1B FF
Adresse	15 1E 2B 01 1F 02 FF
Daten	1E 15 2A 01 0D 0D FF
Start	1F 2A 15 2B 2A 1B FF
Stop	1F 2A 26 25 1B FF

Zu sprechender Buchstabe bzw. Wort	hexadezimale Schreibweise der Phoneme
Und	37 0D 2A 1B FF
Grad	1C 2B 15 2A 1B FF
Auf	33 28 1D FF
Zu	2A 1F 28 FF
Mal	0C 15 18 FF
Plus	25 18 1F FF
Komma	19 35 0C 15 FF
Minus	0C 3C 0D 17 1F FF
Punkt	25 28 0D 19 1B 2A 1B FF
Durch	1E 28 28 10 FF
Wahr	2D 15 28 FF
Fehler	1D 20 18 02 2B FF
Piko	25 1B 3C 19 38 26 FF
Nano	0D 15 0D 26 FF
Mikro	0C 3C 19 2B 26 FF
Milli	0C 3C 18 3C FF
Dezi	2A 2C 2A 1F 3C FF
Kilo	19 3C 18 26 FF
Mega	0C 2C 1C 15 FF
Giga	1C 3C 1C 15 FF
Ungleich	28 0D 1C 18 08 29 10 FF
Kleiner	19 18 08 29 0D 01 2B FF
Gleich	1C 18 08 29 10 FF
Grösser	1C 2B 3A 1F 01 2B FF

13. ERWEITERUNGSKARTE MIT 5 STECKPLÄTZEN

Wenn man mit einigen der hier vorgestellten Schaltungen experimentieren möchte, so ist das Aufstecken auf den Busstecker des Rechners einerseits eine mühevollere Angelegenheit und andererseits lassen sich Wackelkontakte nie vermeiden.

Um diese Arbeit etwas zu erleichtern, wird Ihnen in diesem Kapitel eine Eurokarte vorgestellt, auf der sich insgesamt 5 Steckplätze befinden. Durch diese Möglichkeit wird zum einen die mechanische Belastung des Bussteckers am Rechner reduziert und zum anderen läßt das Aufsteckverfahren ein weitgehendes ungestörtes Arbeiten an den peripheren Zusatzgeräten zu.

Das Platinenlayout ist in der Abbildung 105 vorgestellt, den Bestückungsplan finden Sie in der Abbildung 106. Mit X1 bis X4 sind die 28-poligen Sinclair - Buchsen bezeichnet. Durch ein einfaches Umzeichnen des Layouts können Sie die Erweiterungskarte auch für andere, sicherlich preiswertere Buchsenleisten verwenden. Beim Anschluß X5 können Sie dagegen 0,8 mm Lötnägel einsetzen und durch Kabelverbindungen die erforderlichen Signale zur weiteren Verwendung nutzen.

Wie Sie auf dem Schaltplan der Abbildung 106 sehen, ist auf der Erweiterungskarte ein eigenes Netzteil untergebracht. Dieses ist dann sicherlich erforderlich, wenn mehrere periphere Geräte angeschlossen werden, damit der interne 5 Volt Spannungsregler nicht überfordert wird.

Sollen die Steckanschlüsse X1 - X5 mit dem Zusatznetzteil betrieben werden, so ist der Anschlußpunkt " D " mit " E " und " F " zu verbinden. Wenn nur die Anschlüsse X2 - X5 mit dem Zusatznetzteil arbeiten sollen, so ist eine Ver-

bindung zwischen " D " und " F " erforderlich. Ist dagegen " D " mit " E " verbunden, so arbeitet nur der Steckeranschluß X1 mit dem Zusatznetzteil. Die Verbindung der Erweiterungskarte mit dem Rechner geschieht über eine Flachbandlitze, die allerdings nicht länger als 10 cm sein sollte, sowie einem Platinenstecker, wie er bereits im Kapitel 4 vorgestellt wurde.

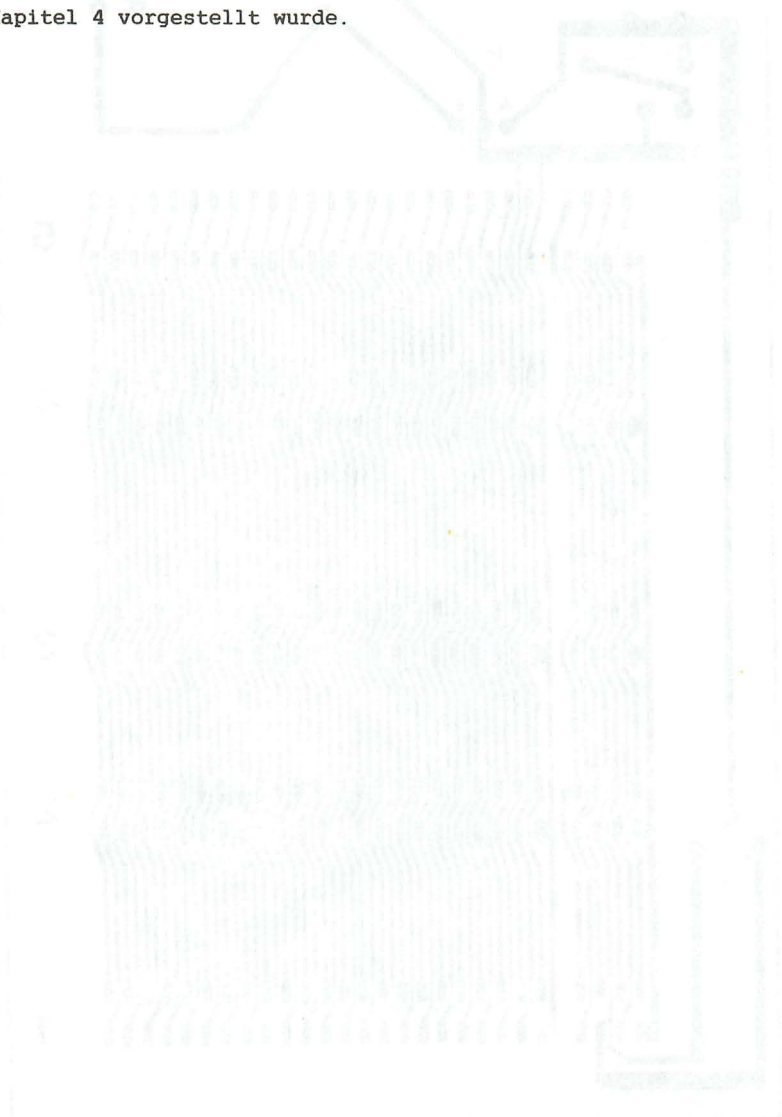
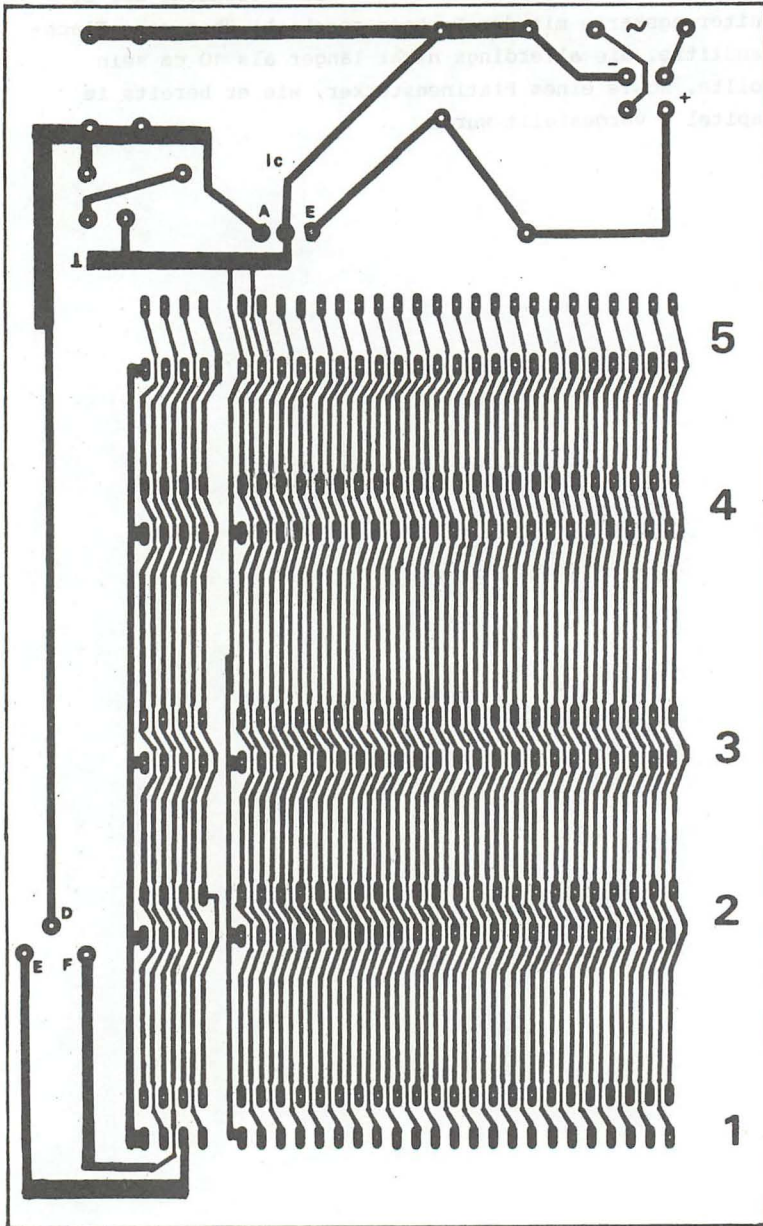


Abbildung: 105.1

Platinenlayout zur Erweiterungskarte mit 5 Steckplätzen

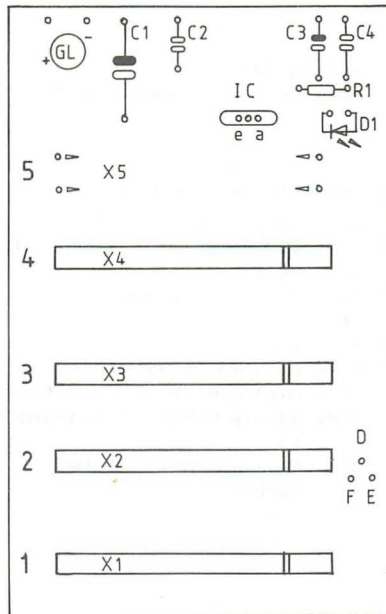


Maßstab: 1:1

Abbildung: 106

Bestückungsplan der Erweiterungskarte

zum Trafo



Maßstab: 1:2

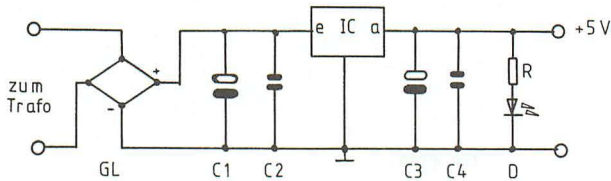


Abbildung: 107

Netzteilzusatz auf der Erweiterungskarte

Bauteile der Erweiterungskarte:

IC = 7805 mit aufsteckbarem Kühlblech

C1 = 470 - 1000 μ F / 16 V , liegende Ausführung

C2 = 100 nF

C3 = 10 μ F / 12 V , Tantalelko

C4 = 100 nF

R = 470

D = Leuchtdiode, beliebige Farbe

GL = Gleichrichter B40 C1000, runde Bauform

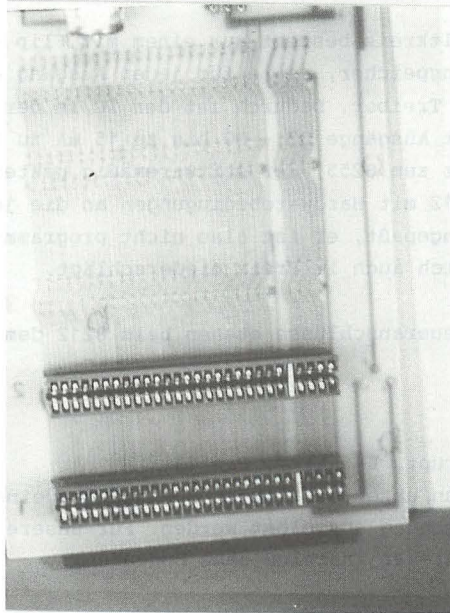
Trafo beliebige Ausführung 220 V, sekundär mindestens 7,5 V, ca. 1 A

X1-4 Sinclair Buchsen 2 x 28 polig

X5 Lötnägel

Abbildung: 108

Teilansicht des Expansionsboards mit zwei Sinclair Buchsen bestückt.



14. AUSGABE INTERFACE

Will man nur Daten aus dem Rechner geben, um beispielsweise 220 Volt Leistungsteile anzusteuern, so ist die PIO mit dem 8255 eigentlich zu teuer, da sie einen erheblichen Komfort liefert, der für diese Anwendung unbenutzt bleibt. Für solche einfachen Anwendungen bietet sich der Schnittstellenbaustein " 8212 " von der Firma SIEMENS an.

Dieser Schaltkreis besteht aus einem mit Flip - Flops aufgebauten Datenspeicher, sowie für jeden Ausgang einen entsprechenden Treiber. Dadurch ist der IC in der Lage, an jedem der acht Ausgänge D7 - D0 bis zu 15 mA zu treiben. Im Gegensatz zum 8255, der softwaremäßig gesteuert wird, wird der 8212 mit Hardwarebedingungen an die jeweilige Aufgabe fest angepaßt, er ist also nicht programmierbar, was sich natürlich auch im Preis niederschlägt.

Folgende Steueranschlüsse stehen beim 8212 dem Anwender zur Verfügung.

INT - Interrupt, L- aktiv, Pin 23

Hier kann unter bestimmten Bedingungen eine Programmunterbrechung ausgelöst werden. Für unsere Anwendung bleibt dieser Anschluß ohne Bedeutung.

MODE - Festlegen der Betriebsart, Pin 2

Der 8212 kennt drei unterschiedliche Betriebsarten:

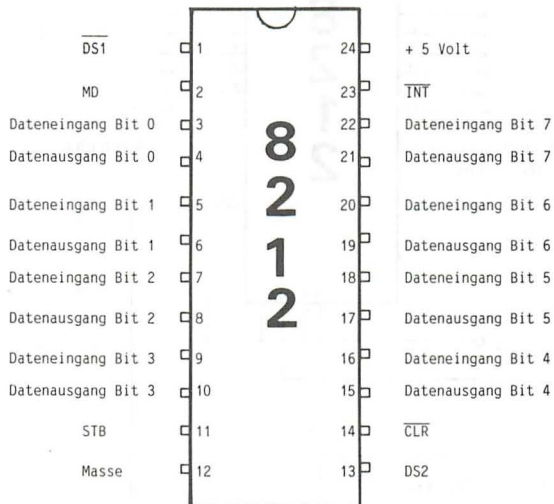
- Datenausgabe Mode = H - Pegel
- Dateneingabe Mode = L - Pegel
- Dateneingabe mit Interrupt

STROBE - Freigabe bei Dateneingabe, Pin 11

CLEAR - Reseteingang, L - aktiv, Pin 14

Abbildung: 109

Anschlußbelegung des Schnittstellenbausteins 8212



- CS1 - Chip - Select, L - aktiv, Pin 1
- CS2 - Chip - Select, H - aktiv, Pin 13

Der 8212 verfügt über 2 Chip - Select Anschlüsse und kann somit je nach dem Anschluß mit einem H- bzw. L - Pegel aktiviert werden. Ist die Chip Select Bedingung nicht erfüllt, so sind die acht Leistungstreiber in einem hochohmigen Zustand. In der Abbildung 109 sehen Sie die Pinbelegung des 8212.

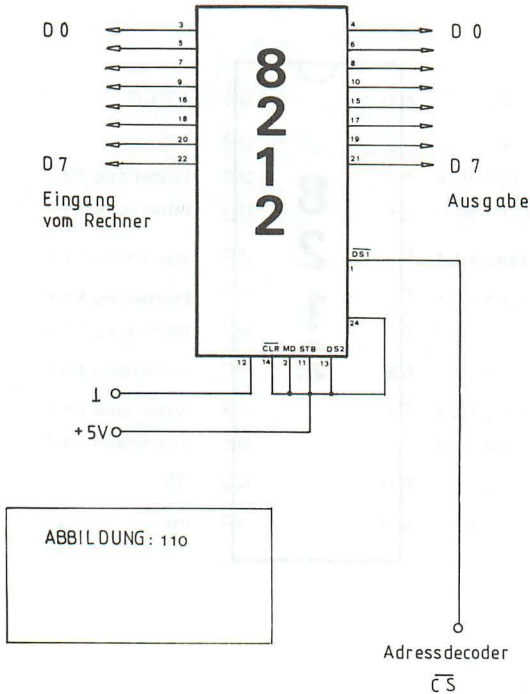


ABBILDUNG: 110

Eine vollständige Ausgabeschaltung mit dem 8212 ist in der Abbildung 110 wiedergegeben. Als Adressdecoder ist die " universelle Adressdecodierung " des Kapitels 18 zu verwenden. Achten Sie aber auf den richtigen Pegel des Chip - Select Anschlusses in beiden Schaltungen.

Nach dem vorliegenden Schaltplan können nur Daten aus dem Rechner ausgegeben werden, zum Einlesen ist lediglich der Pin 2 (Mode) an einen L - Pegel (Masse) zu legen. Die Programmierung des Interface geschieht mit dem bekannten OUT - Befehl. Beachten Sie aber noch in diesem Zusammenhang, daß für die Datenausgabe:

H - Pegel mindestens 2,4 Volt

L - Pegel höchstens 0,4 Volt

und für die Dateneingabe

H - Pegel mindestens 2,0 Volt

L - Pegel höchstens 0,8 Volt

gilt. Anschließend sei noch bemerkt, daß durch ein geschicktes Ausnutzen der beiden Chip Select Anschlüsse sich mehrere 8212 parallel schalten lassen.

15. 220 VOLT SCHALTEINHEITEN

Im folgenden Kapitel geht es darum, Verbraucher sicher mit dem ZX Spektrum anzusteuern. Hierbei treten besondere Probleme auf, wenn es sich um netzbetriebene Geräte handelt. Bei denen in diesem Abschnitt vorgestellten Schaltungen handelt es sich ausschließlich um sogenannte Nullspannungsschalter.

Zu Ihrer eigenen Sicherheit sollten Sie keine anderen, direkt am Netz oder mangelhaft geschützte Schaltungen verwenden, auch wenn sie bedingt durch die geringere Anzahl von Bauelementen auf den ersten Blick preisgünstiger erscheinen.

Denken Sie stets daran, daß die Leistungsteile mit 220 V Netzspannung arbeiten, beachten Sie die einschlägigen VDE - Vorschriften und hantieren Sie nie an der Schaltung, solange der Netzstecker nicht herausgezogen ist.

Zum Einbau empfiehlt sich in jedem Fall ein geeignetes Kunststoffgehäuse, welches Sie ausgangsseitig mit einer Einbausteckdose ausstatten sollten. Für die Zuführung der Steuersignale können Sie eine Diodenbuchse verwenden.

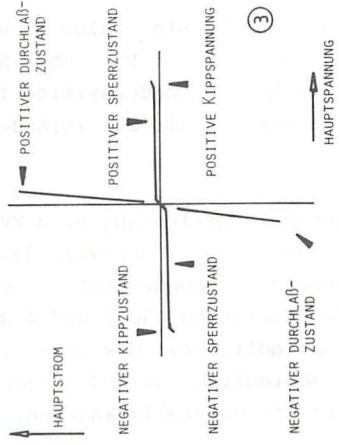
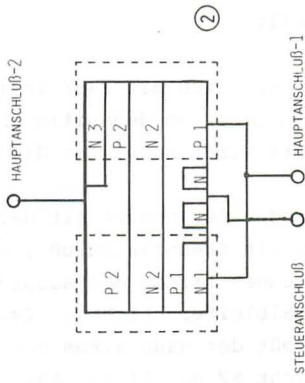
Die 220 Volt Schalteinheiten arbeiten mit TRIACS, die direkt den Verbraucher schalten. Um ein besseres Verständnis für die Funktionsweise zu erreichen, wollen wir uns kurz mit dem Aufbau und der Arbeitsweise des Triacs beschäftigen.

15.1. Aufbau und Arbeitsweise eines Triacs

Der Triac ist eine Zweirichtungs - Thyristordiode und wurde

ABBG. : 110 .1

TRIAC



QUADRANT	HAUPTANSCHLUß-2	GATE
I	+	+
II	+	-
III	-	-
IV	-	+

(DIE POLARITÄTSANGABEN SIND AUF DEN HAUPTANSCHLUß-1 BEZOGEN)

④

zur besseren Wirtschaftlichkeit aus dem Thyristor entwickelt. Er besitzt nur eine Steuerelektrode (Gate), über die er in beiden Stromrichtungen gezündet werden kann.

Die beiden Anschlüsse, die den Laststrom führen, werden Hauptanschluß 1 und Hauptanschluß 2 (H 1 und H 2) genannt, wobei festgelegt wurde, daß der Gate - Anschluß neben dem Hauptanschluß 1 liegt. Das allgemeine Symbol eines Triacs ist in der Abbildung 110.1 dargestellt.

Die Wirkungsweise eines Triacs läßt sich mit zwei Thyristorkristallen darstellen, bei denen einer anodenseitig und der andere kathodenseitig angesteuert wird, so wie es die schematische Abbildung 110.2 zeigt.

Da der eine Kristall mit der Anode, der andere mit der Kathode angesteuert ist, reicht ein Steueranschluß (Gate) zum Zünden aus. In beiden Richtungen fließt der Hauptstrom durch die Folge " PNP " vier Halbleiterschichten. Ist der Hauptanschluß 2 positiv, so fließt der Hauptstrom von dem Anschluß 2 (P2) über die Schicht N2 und P1 zum Anschluß 1 (N1).

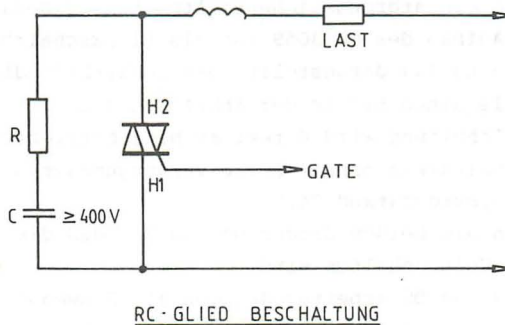
Ist dagegen der Hauptanschluß 2 negativ, so fließt der Hauptstrom vom Anschluß 1 (P1) über N2 und P2 zum Hauptanschluß 2 (N3), d.h. der anodenseitige Thyristor wird gezündet, während im ersten Fall der kathodenseitige Thyristor gezündet wird.

Zur besseren Kennzeichnung beim Zünden des Triacs spricht man von vier Quadranten, innerhalb derer sich die Polarität von Hauptspannung und benötigter Steuerspannung abspielt. Dieses ist in der Abbildung 110.3 und 4 dargestellt. Beachten Sie, daß die Empfindlichkeit des Gates in den vier Quadranten unterschiedlich ist und vergewissern Sie sich in Grenzfällen aus den Herstellerangaben.

Will man nun mit einem Triac induktive Lasten schalten, muß man besondere Vorsichtsmaßnahmen treffen. Da Triacs in bei-

den Halbwellen der Netzspannung gezündet werden können, ist nach dem Nulldurchgang des Stromes an den Hauptanschlüssen die Spannung stets in Schaltrichtung gepolt. Hierdurch kann es vorkommen, daß der Triac bei zu schnellem Anstieg dieser Spannung zündet und die Schaltung verliert ihre Steuerfähigkeit.

Für diesen Fall sind die Herstellerangaben über die kritische Spannungssteilheit maßgeblich. Bei höheren Spannungen sollte der Triac durch ein RC - Glied geschützt werden, so wie es auch in den folgenden Schaltungen gezeigt ist.



Nun soviel zur Theorie des Triacs, im weiteren Verlauf des

Kapitels 15 werden Ihnen Leistungsteile vorgestellt werden, die im Nulldurchgang arbeiten. Alle Schaltungen sind nach dem gleichen Prinzip aufgebaut, der jeweilige Einsatz ist hauptsächlich von der besseren Beschaffung der ICs abhängig.

15.2 220 Volt Leistungsteil mit dem CA 3059

Die Firma RCA stellt mit den Typen CA 3058, CA 3059 und CA 3079 Nullspannungsschalter her, die in der Lage sind, Triacs ausschließlich im Nulldurchgang der Wechselstromkurve zu zünden und so ein störungssicheres Arbeiten zu gewährleisten. Der interne Aufbau des CA 3059 ist als Blockschaltbild in der Abbildung 111 dargestellt. Das Schaltbild dieses Leistungsteils sehen Sie in der Abbildung 112.

Die gesamte Schaltung wird direkt am Netz betrieben, der integrierte Schaltkreis erhält seine Versorgungsspannung über den Begrenzungswiderstand R4.

Intern sorgen die beiden Dioden D1 und D2, daß die Spannung auf ca. \sim 8 Volt gehalten wird.

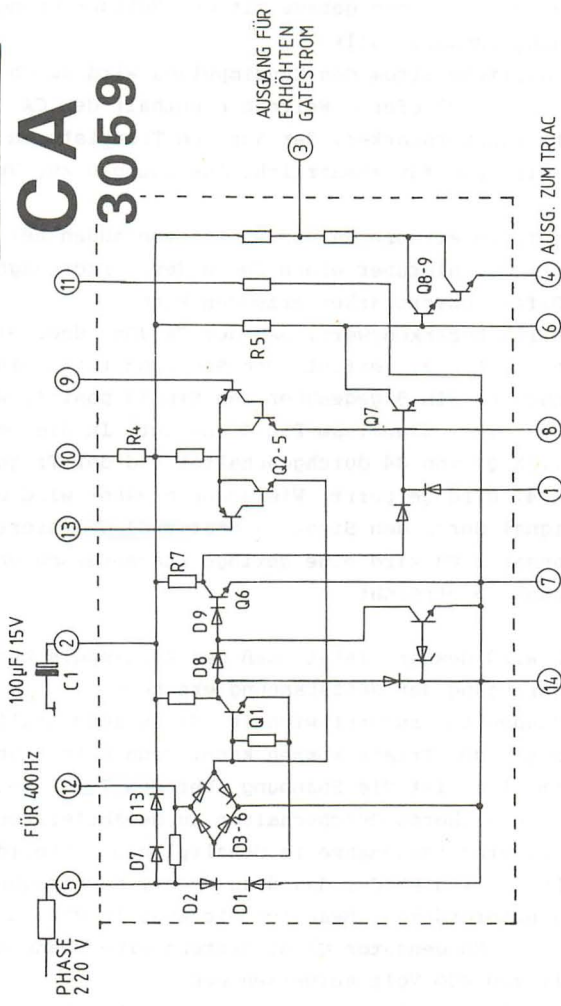
Die Dioden D7 und D8 arbeiten dagegen als Einweggleichrichtung, dadurch steht am Siebkondensator C1 etwa eine Spannung von ca. 6,6 Volt an. Als Nullspannungsdetektor arbeitet der Transistor Q1 und der Brückengleichrichter D3 - D6. Überschreitet die Spannung am Anschluß 5 3 Volt, so wird der interne Transistor Q1 durchgeschaltet. Die Gateansteuerung des Triacs erfolgt über die Darlingtonstufe Q8 und Q9 am Anschluß 4.

Nur wenn der Transistor Q7 gesperrt ist, kann der Triac gezündet werden. Ist Q1 durchgeschaltet, so sperrt Q6 und der Transistor Q7 wird über R7 bis zur Sättigung durchgesteuert. Dann steht nämlich am Pin 4 kein Steuersignal für den Triac an. Das Zünden des Triacs kann somit nur dann erfolgen, wenn die Spannung am Anschluß 5 unter 3 Volt bleibt.

Das Triggersignal steht in Form eines kurzen Impulses zur

ABBILDUNG : 111 BLOCKSCHALTBIID

CA 3059



Verfügung, dessen Mitte gerade mit dem Nulldurchgang der Netzspannung zusammenfällt.

Der erforderliche Strom des Zündimpulses wird durch den Siebkondensator C1 geliefert. Weiterhin enthält der CA 3059 einen Differenzverstärker, der aus den Transistoren Q2 - Q5 gebildet wird und für zusätzliche Anwendungen zur Verfügung steht.

Das Widerstandsnetzwerk R4 und R5 ist von außen her zugänglich, damit man hierüber einen Zweig der Versorgungsspannung für den Differenzverstärker erzeugen kann.

Weiterhin ist bemerkenswert, daß der CA 3059 über einen Sperreingang, Pin 1, verfügt. Die Sperrung tritt ein, wenn die Spannung am Pin 9 gegenüber dem Pin 13 positiv wird oder wenn ein externes Signal am Pin 1 anliegt. In diesem Fall wird nämlich Q1 von Q4 durchgeschaltet und der Triggerausgang, Pin 4, wird gesperrt. Wie schon erwähnt wird das Triggersignal durch den Siebkondensator C1 geliefert. Durch den Kondensator C3 wird eine geringe Phasenverschiebung am Anschlußpunkt 5 erreicht.

Hierdurch wird gewährleistet, daß der Zündimpuls kurz nach dem Nulldurchgang der Netzspannung erscheint.

Diese Maßnahme ist äußerst wichtig, da es andernfalls zu Fehlzündungen des Triacs kommen kann, denn beim Eintreffen des Zündimpulses ist die Spannung über dem Triac noch zu gering, um ein sicheres Durchschalten zu gewährleisten. Eine weitere Sicherheitsmaßnahme im Schaltplan der Abbildung 112 ist das RC - Glied R5/C2, das dazu dient, hochfrequente Störungen zu unterdrücken. Beachten Sie aber in diesem Zusammenhang, daß der Kondensator C2 mindestens eine Spannungsfestigkeit von 400 Volt aufweisen muß.

Der Optokoppler, IC 1, dient zur galvanischen Trennung zwischen Steuerteil und dem Leistungsteil. Dieser Optokoppler stellt nichts anderes dar, als eine in einem Gehäuse untergebrachte Leuchtdiode als Sender und einen Fototransistor als Empfänger. Die Isolationsspannung der gebräuchlichsten Opto-

koppler liegt bei ca. 5 kV. Bei einigen Typen ist die Empfängerseite als Fotodarlington ausgelegt, was zusätzlich noch eine wesentlich höhere Verstärkung bewirkt. Zur Ansteuerung bzw. allgemeinen Weiterverarbeitung der Signale sind hierbei die allgemeinen Bedingungen der Leuchtdioden bzw. der Fototransistoren maßgeblich.

15.3. Aufbauhinweise

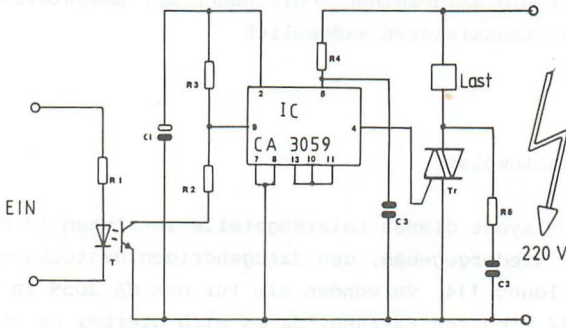
Das Platinenlayout dieses Leistungsteils ist Ihnen in der Abbildung 113 wiedergegeben, den dazugehörigen Bestückungsplan in der Abbildung 114. Verwenden Sie für den CA 3059 in jedem Fall eine 14 - polige Fassung, da es sich hierbei um einen CMOS - Typ handelt. Für den Begrenzungswiderstand R4 sind mehrere Bohrungen vorgesehen, je nachdem welche Bauform Sie verwenden. Zur besseren Wärmeabführung sollten Sie diesen Widerstand in einem Abstand von mindestens 5 mm über der Platine montieren. Der Triac sollte ebenfalls mit einem entsprechenden Kühlkörper versehen werden.

Beachten Sie, daß die gesamte Schaltung einschließlich des Kühlkörpers am 220 Volt Netz liegt !

Für die Anschlußpunkte " 220 Volt " sowie " Last " verwenden Sie Print - Schraubanschlüsse.

ABBILDUNG:112

220 Volt Leistungsteil mit dem CA 3059



IC = CA 3059 (RCA)

R1 = 470

R2 = 4,7 k

R3 = 10 k

R4 = 22 k / 5 Watt

R5 = 100

C1 = Eiko 100 μ F / 16 V

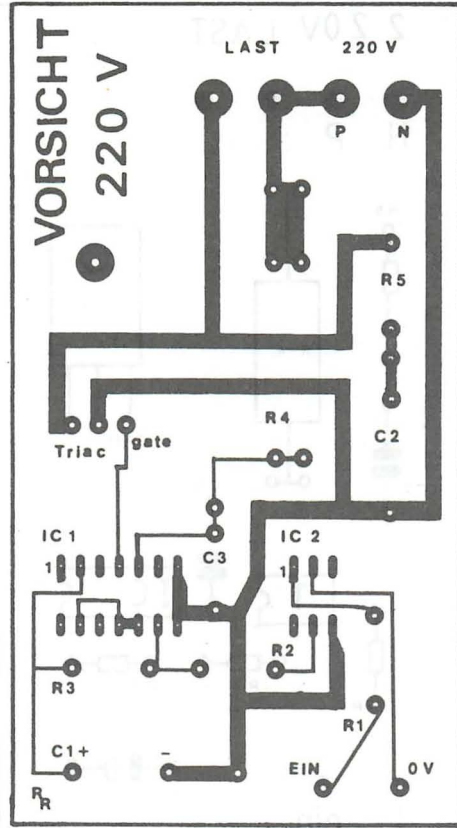
C2 = 100 nF mindestens 400 Volt

C3 = 10 nF

Tr = Triac TO 220 Gehäuse 400 Volt 4 - 8 Ampère

T = Optokoppler z.B. TIL 111

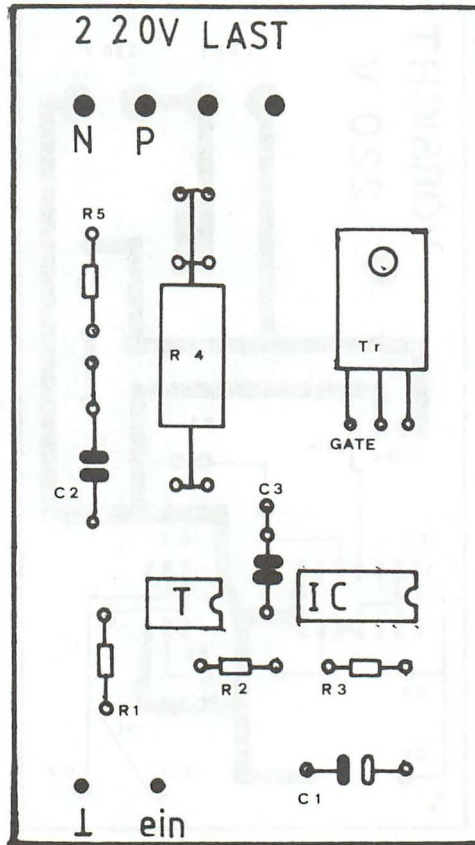
Abbildung: 113 Platinenlayout für das Leistungsteil mit dem CA 3059



Maßstab: 1:1

Abbildung: 114

Bestückungsplan für das Leistungsteil mit dem CA 3059



STEUER-
EING.

Maßstab: 1:1

15.4. 220 Volt Leistungsteil mit dem TDA 1024

Da verschiedentlich Beschaffungsschwierigkeiten mit dem CA 3059 auftreten können, wird hier ein weiterer Leistungsteil mit dem TDA 1024 von VALVO vorgestellt. Dieser IC, dessen Blockschaltbild Sie in der Abbildung 115 sehen, wird in einem 8 - poligen DIL - Gehäuse gefertigt und unterscheidet sich in der Funktionsweise nur gering von dem CA 3059.

Der TDA 1024 erhält seine Versorgungsspannung ebenfalls direkt aus dem Wechselstromnetz über ein RC - Glied an den Anschluß 7. Die Ausgangsspannung an Pin 2 beträgt ca. 6 Volt. Im Gegensatz zum vorhergehenden Leistungsteil ist bei dieser Dimensionierung kein hochbelastbarer Begrenzungswiderstand erforderlich. Wie Sie aus dem Schaltplan der Abbildung 116 ersehen, bewirkt die RC - Kombination R9 / C4 eine Phasenverschiebung, so daß die Verlustleistung relativ gering bleibt.

Die Zündimpulsbreite bestimmt der Widerstandswert von R8. Mit dem vorliegenden Wert von 180 kOhm ergibt sich eine Impulsbreite von ca. 150 usec. R8 sollte nicht über 680 kOhm liegen, in diesem Fall ist die maximale Impulsbreite von 650 usec erreicht.

Unter Umständen müssen Sie diesen Wert von 180 kOhm auf etwa das doppelte vergrößern, wenn Sie am LAST - Anschluß nur eine 40 Watt Lampe betreiben. Durch die geringe Last wäre dann bei 150 usec kein sicheres Zünden mehr gewährleistet.

Als Optokoppler eignet sich jeder handelsübliche Typ. Die RC - Kombination R7/C3 soll Störimpulse unterdrücken. Beachten Sie, daß der Kondensator mindestens eine Spannungsfestigkeit von 400 Volt aufweisen muß, das gleiche gilt auch für den Kondensator C4.

Das Platinenlayout dieses Leistungsteils sehen Sie in der Abbildung 117, den dahörigen Bestückungsplan in der Abbil-

118. Die gesamte Schaltung muß so in ein Gehäuse eingebaut werden, daß jegliches unbeabsichtigtes Berühren ausgeschlossen ist; bedenken Sie, daß alle Bauteile 220 Volt Netzspannung führen können!

VALVO

TDA 1024

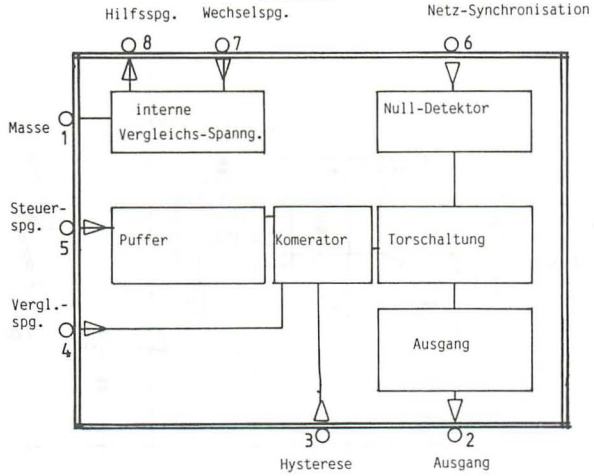
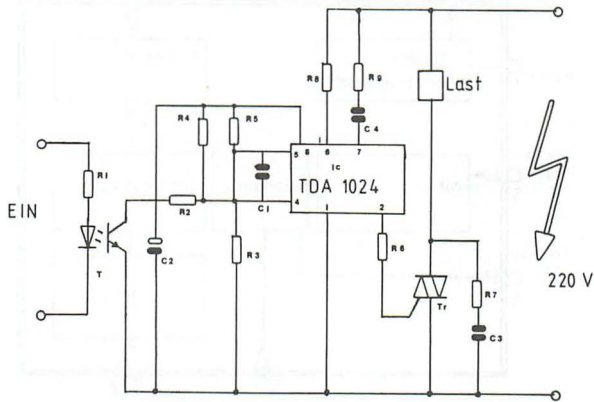


ABBILDUNG: 116



Bauteile:

IC = TDA 1024 (SIEMENS)

R1 = 470

R2 = 10 k

R3 = 22 k

R4 = 22 k

R5 = 22 k

R6 = 68

R7 = 100

R8 = 180 k

R9 = 390

C2 = Elko 100 μ F / 16 V

C4 = 100 nF

C3 = 100 nF mindestens 400 Volt

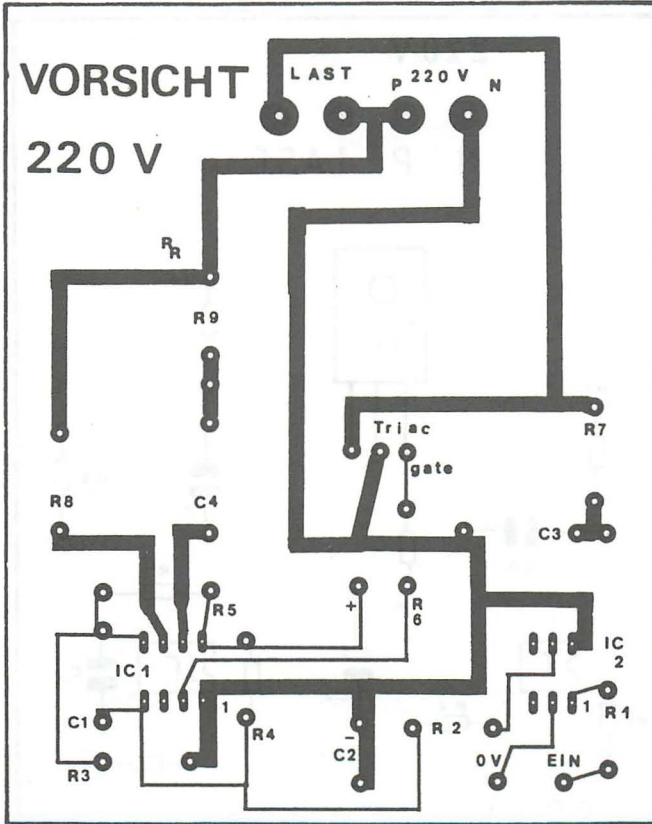
C4 = 220 nF mindestens 400 Volt

Tr = Triac T0 220 Gehäuse 400 Volt,
4-8 Ampère

T = Optokoppler z.B. TIL 111

Abbildung: 117

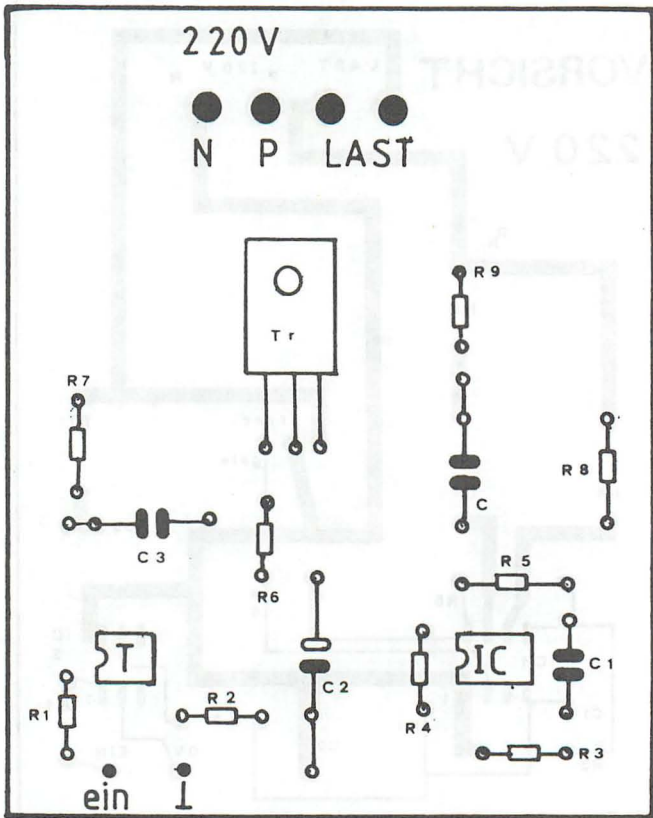
Platinenlayout für das Leistungsteil mit dem TDA 1024



Maßstab: 1:1

Abbildung: 118

Bestückungsplan für das Leistungsteil mit dem TDA 1024



Maßstab: 1:1

15.5. 220 Volt Leistungsteil mit dem MOC 3040

Zum Abschluß dieses Kapitels der Leistungsteile noch eine besonders interessante Schaltung mit dem MOTOROLA IC MOC 3040 bzw. 3041. Dieser kleine 12 - polige DIL - IC beinhaltet einen Nulldurchgangsdetektor und einen eingebauten Optokoppler. Durch eine direkte Triacansteuerung sind nur sehr wenige externe Bauelemente notwendig, um eine vollständige Leistungsansteuerung für 220 Volt aufzubauen. Das hierzu erforderliche Schaltbild ersehen Sie aus der Abbildung 119. Der Widerstand R1 begrenzt den zulässigen Strom des Schaltkreises. Sein Wert ist von der angelegten Eingangsspannung abhängig und läßt sich nach folgender Formel berechnen :

$$R1 \text{ (Ohm)} = \frac{(U_{\text{ein}} \cdot 1,3) \times 1000}{I\text{-Led}}$$

wobei U_{ein} in Volt und $I\text{-Led}$ in mA angegeben wird.

Der Strom durch den internen Optokoppler sollte die Werte:

30 mA beim MOC 3040

15 mA beim MOC 3041

vollständig ausnutzen, damit ein sicheres Durchschalten erreicht wird. Für unsere Anwendung liegt der Wert für R1 bei 120 Ohm, da mit maximal 5 Volt gearbeitet wird.

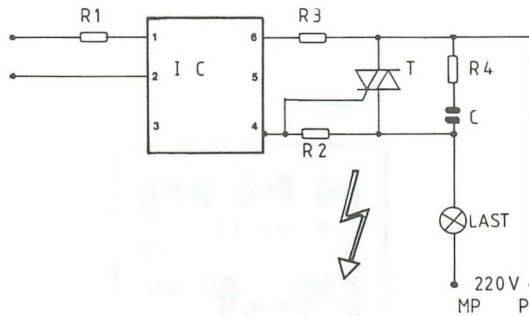
Die Auswahl eines geeigneten Triacs hängt im wesentlichen nur von dem späteren Einsatzgebiet ab. Im Anhang finden Sie eine Aufstellung der unterschiedlichen Triacs.

Ein kleines Problem könnte in der Beschaffung dieses Schaltkreises entstehen. Hier müßten Sie bei größeren Distributoren nachfragen oder bei der im Bezugsquellenverzeichnis an-

gegebenen Firma.

Da das Leistungsteil sehr kompakt aufgebaut werden kann, sind zwei Platinenlayouts vorgesehen. In der Abbildung 120 sehen Sie auf der linken Seite ein einzelnes Leistungsteil, auf der rechten Seite ein doppeltes Leistungsteil. Dort sind alle Bauteile zweifach vorhanden. Zusätzlich wurde in den 220 Volt-Kreis eine Sicherungshalterung eingefügt. Der Wert der verwendeten Sicherung hängt vom angeschlossenen Gerät ab. Den Bestückungsplan für beide Versionen sehen Sie in der Abbildung 121. Als 220 Volt-Anschluß ist in jedem Fall eine Schraubfassung zu verwenden. Nochmals soll auch hier darauf hingewiesen werden, daß die Schaltung direkt am Netz betrieben wird. Die Abbildung 122 zeigt Ihnen einen Musteraufbau eines einfachen Leistungsteils.

Abbildung: 119 Schaltplan für das elektronische Relais

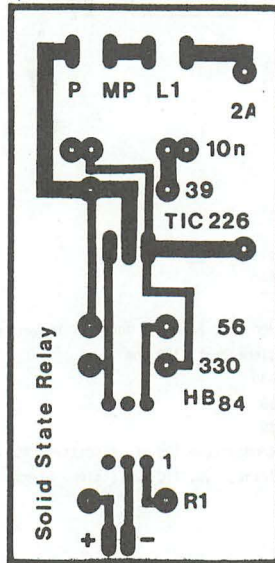


Bauteile:

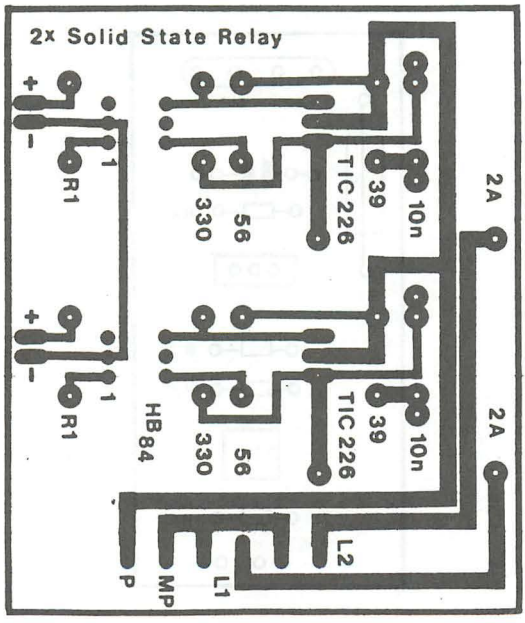
- IC = MOC 3040 oder MOC 3041 (Motorola)
- R1 = siehe Text, 120 Ohm
- R2 = 330
- R3 = 56
- R4 = 39
- C = Kondensator 100 nF, mindestens 400 Volt
- T = Triac, z.B. TIC 226 (siehe hierzu auch den anhang)

Abbildung: 120

Platinenlayout des Leistungsteils mit dem MOC 3040 bzw. MOC 3041
Auf der linken Seite ein einfaches Leistungsteil, auf der rechten Seite
ein doppeltes.



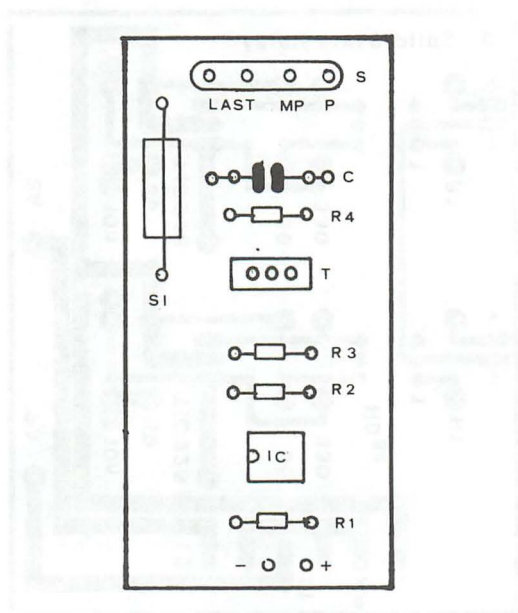
Maßstab: 1:1



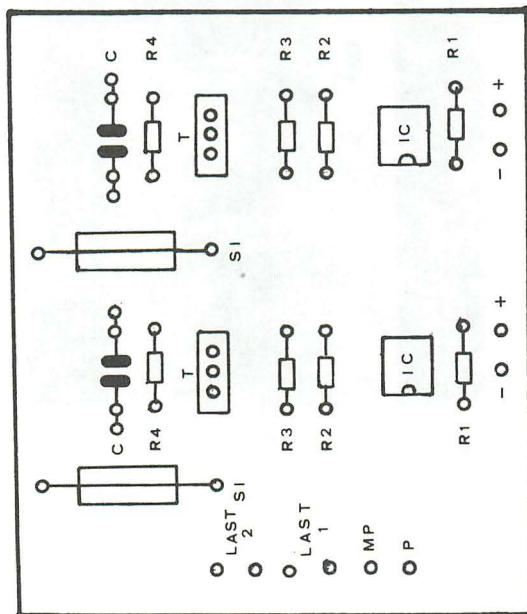
Maßstab: 1:1

Abbildung: 12.1

Bestückungsplan der beiden Leistungsteile mit dem MOC 3040 bzw. MOC 3041
links für eine einfache Ausführung, rechts für ein doppeltes Leistungsteil



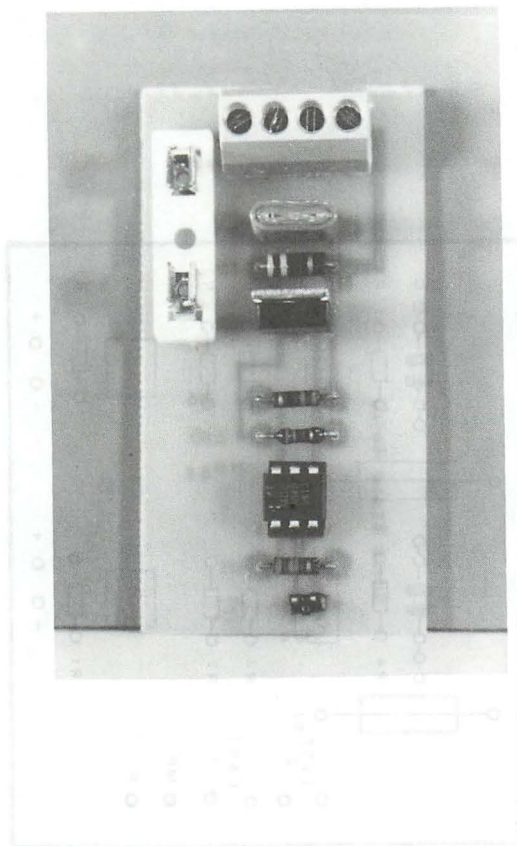
Maßstab: 1:1



Maßstab: 1:1

Abbildung: 122

Musteraufbau eines einfachen Leistungsteils mit dem MOC 3040



16. EPROM - PROGRAMMIERBOARD

Der normale Anwender des ZX Spektrums wird sicherlich kaum vor der Notwendigkeit stehen, sich selbst mit der Programmierung von EPROMs befassen zu müssen.

Aber, wer beispielsweise einen neuen Zeichensatz für seinen Drucker definieren will, ein modifiziertes Monitorprogramm benutzen möchte oder bestimmte, oft benötigte Hilfsroutinen fest programmieren möchte, der kommt um den Einsatz eines EPROM - Programmierboards nicht herum.

Zwar existieren im Fachhandel spezielle, rechnerunabhängige Programmiergeräte, aber diese liegen oftmals im Preis noch wesentlich über des Spektrums.

Es liegt nun auf der Hand, durch etwas Peripherie und Software den Spektrum zu einem universellen EPROM - Programmierboard zu nutzen. Vorteilhaft ist, daß auf eine bereits mehrfach erwähnte Schaltung zurückgegriffen werden kann, sich also der Hardwareaufwand in Grenzen hält.

Das vollständige Programmiergerät besteht aus insgesamt vier Einheiten:

- einer PIO mit dem 8255
- einem Programmierboard
- einem 25 Volt Programmiernetzteil
- menuegesteuerte Software

Wer bereits die Centronics Druckerschnittstelle oder die PIO als Ein - Ausgabe Interface aufgebaut hat, der kann diese Schaltung ohne Änderung sofort verwenden.

Da die in einem eigenen Kapitel vorgestellte Software voll menuegesteuert ist, ist für den Spektrum eine Speicher-

kapazität von 48 KB erforderlich. Diejenigen, die noch über 16 KB verfügen, sollten sich zunächst das Kapitel 19 durchlesen.

16.1 Schaltungsaufbau

Der Schaltplan des EPROM - Programmierboards ist in der Abbildung 123 wiedergegeben. Mit dem IC1, einem 12 stufigen Binärzähler können alle Adressen bis zu 4 KB (= 4096) des EPROMs angesprochen werden, andernfalls wären über den Spektrum insgesamt 11 Adressleitungen notwendig gewesen. Der CMOS - Zähler, der Ihnen wie alle anderen Schaltkreise ausführlich im Anhang vorgestellt wird, erhält sein Zähltakt direkt aus der PIO, über den Port B0.

IC3 besitzt lediglich eine Schutzfunktion, damit bei einer fehlerhaften Konfiguration keine unzulässigen Spannungen das EPROM erreichen. Für diese Aufgabe wurde ein 4068 ausgewählt, ein CMOS NAND - Gatter mit 8 Eingängen.

Um neben den bekannten 2716 EPROMs auch die 4 KB Typen 2732 bzw. 2732 A programmieren und lesen zu können, wurde ein Gatter des IC 4 sowie der Transistor T1 erforderlich. Diese haben nämlich die Aufgabe, den Pin 21 der EPROMs korrekt anzupassen, da beim 2716 auf diesem Anschluß die Programmierspannung und beim 2732 A die Adressleitung A 11 liegt. Die übrigen Bauteile des Programmierboards dienen nur dazu, die unterschiedlichen Spannungen beim Programmieren bzw. beim Lesen den verschiedenen EPROM - Typen anzupassen. Hierzu dienen im wesentlichen die beiden Zenerdioden D3 und D4. Sollten die Spannungen nicht korrekt sein, müssen Sie mit verschiedenen Zenerdioden etwas experimentieren. Die Auswahl der Transistoren ist unkritisch, hier genügen Standard NPN bzw. PNP - Typen. Insgesamt befinden sich auf dem Programmierboard 5 Drahtbrücken, die Sie als erstes einlöten müssen. Achten Sie auf die richtige Polarität der Elkos und der Dioden, so wie es der Bestückungsplan der Abbildung 126 zeigt.

Als EPROM - Fassung sollten Sie die erhöhte Ausgabe von ei-

nem Nullkraftsockel (Textool) nicht scheuen, denn insbesondere, wenn Sie öfters EPROMs programmieren wollen, macht sich dieser Aufwand doch bezahlt.

Zur äußersten Not können Sie auch eine gedrehte 24-polige Fassung verwenden. Achten Sie jedoch dann beim Herein- und Herausnehmen des EPROMs darauf, daß die Anschlüsse nicht verbogen oder beschädigt werden. Zum Anschluß des Programmierboards ist ein 31 - poliger gewinkelter Stecker vorgesehen. Zusätzlich sollten Sie unter der Europlatine kleine Gummifüße zur besseren Standfestigkeit anbringen.

Die Verbindung zwischen der PIO und dem Programmierboard geschieht über ein Flachbandkabel. Hierzu werden die Anschlüsse der beiden Erweiterungsschaltungen nach folgender Tabelle miteinander verbunden. Um Störungen zu vermeiden, sollten Sie beachten, daß die Kabellänge 25 cm nicht überschreitet !

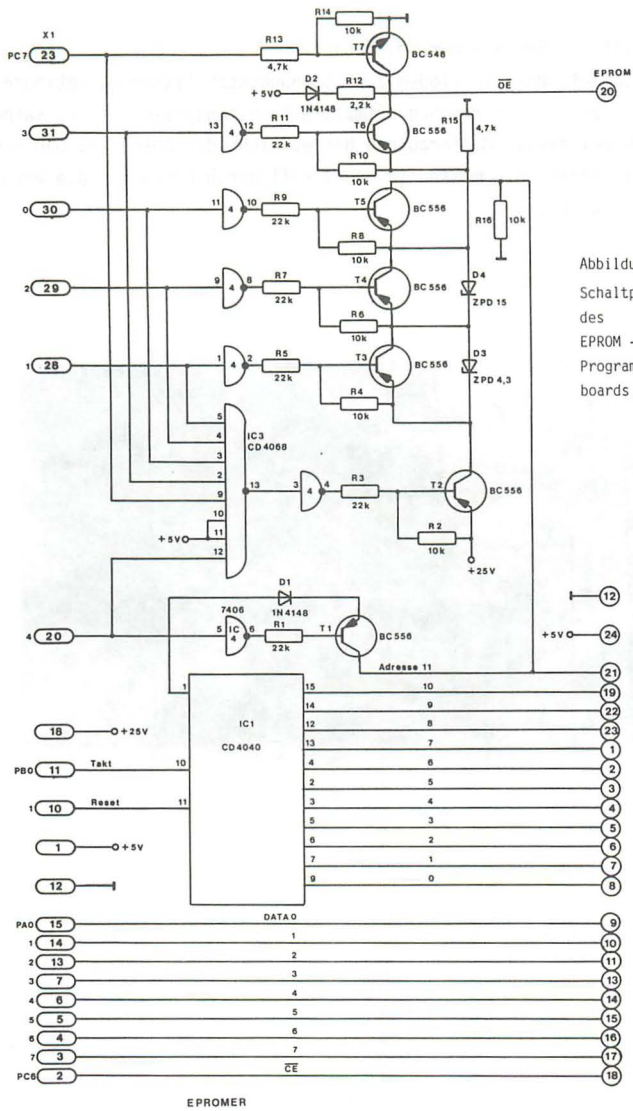


Abbildung: 124

Teilausschnitt des EPROM-Programmierboards

Achten Sie darauf, daß die Dioden zur Spannungsstabilisierung antiparallel eingebaut werden. Hier herrschen oftmals Mißverständnisse bei den Kathodenringen, auch bei diesem Musteraufbau hat es nicht den Anschein, daß die Dioden antiparallel liegen. Sie müssen in jedem Fall durch Probieren die erforderliche Spannungen erhalten.

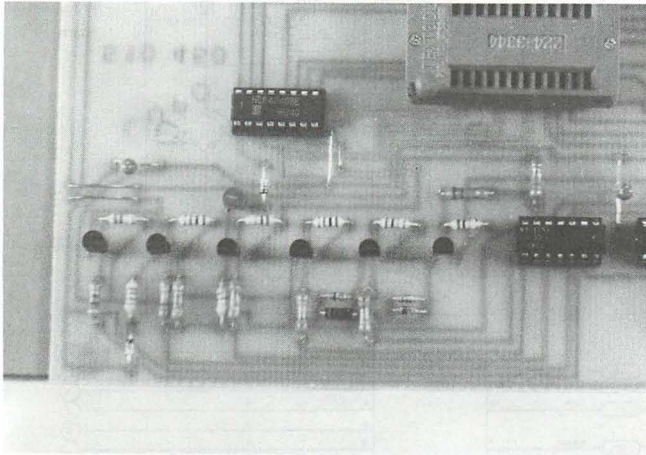
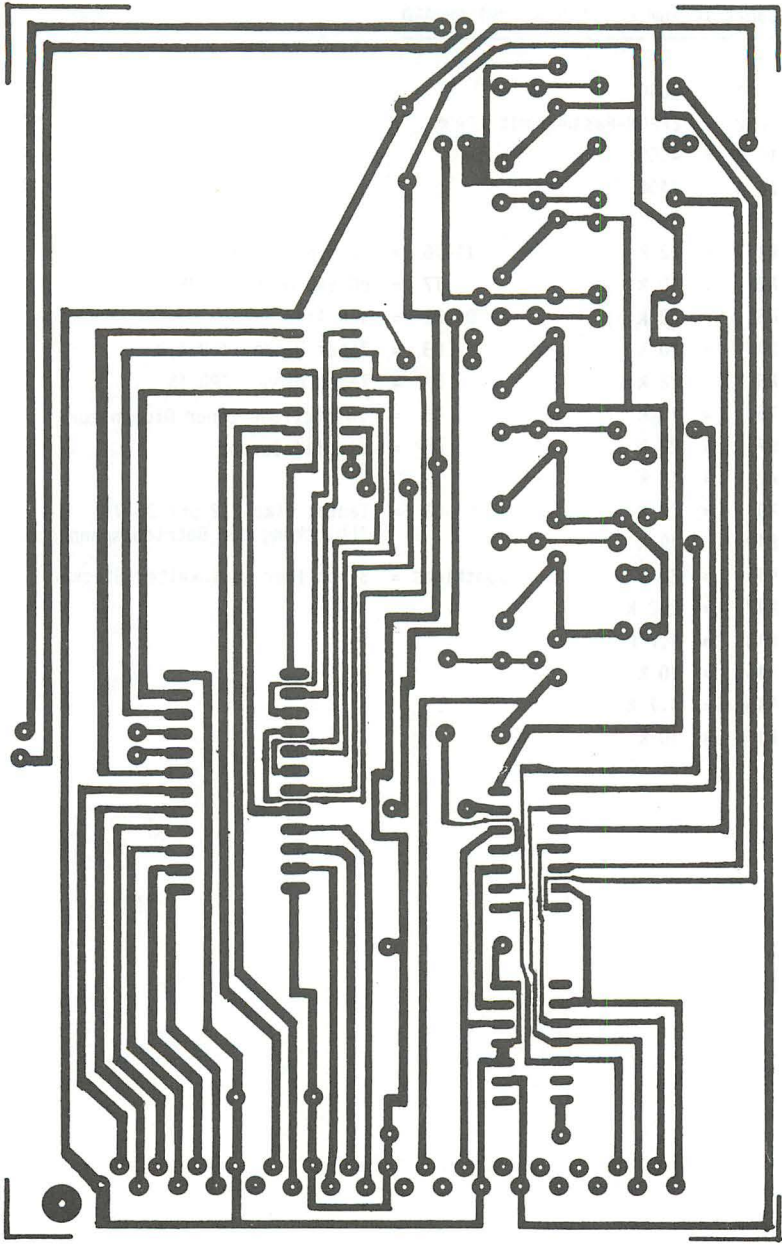
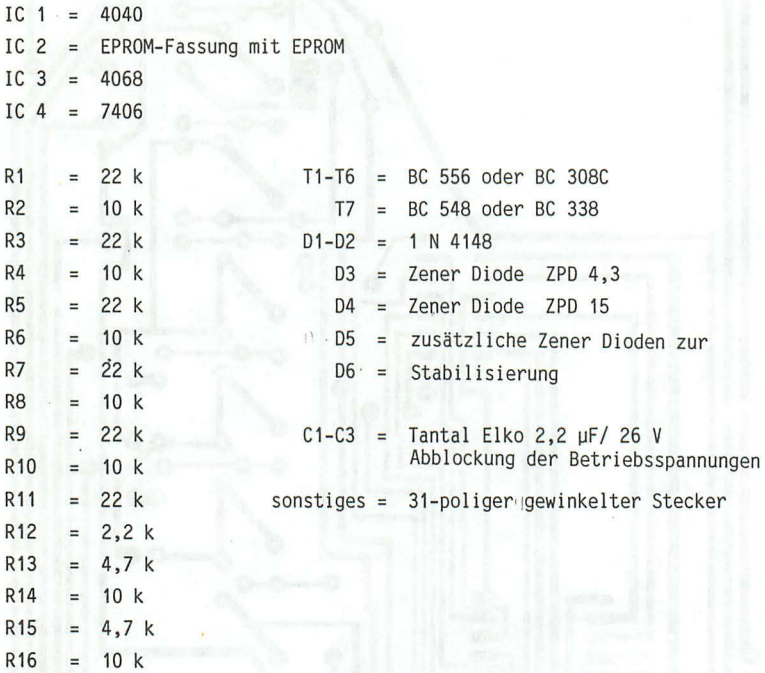


Abbildung: 125 Platinenlayout des EPROM - Programmierboards



Maßstab: 1:1

Bauteile zum EPROM PROGRAMMIERBOARD



IC 1	=	4040	
IC 2	=	EPROM-Fassung mit EPROM	
IC 3	=	4068	
IC 4	=	7406	
R1	=	22 k	T1-T6 = BC 556 oder BC 308C
R2	=	10 k	T7 = BC 548 oder BC 338
R3	=	22 k	D1-D2 = 1 N 4148
R4	=	10 k	D3 = Zener Diode ZPD 4,3
R5	=	22 k	D4 = Zener Diode ZPD 15
R6	=	10 k	D5 = zusätzliche Zener Dioden zur
R7	=	22 k	D6 = Stabilisierung
R8	=	10 k	
R9	=	22 k	C1-C3 = Tantal Elko 2,2 µF/ 26 V
R10	=	10 k	Abblockung der Betriebsspannungen
R11	=	22 k	sonstiges = 31-poliger gewinkelter Stecker
R12	=	2,2 k	
R13	=	4,7 k	
R14	=	10 k	
R15	=	4,7 k	
R16	=	10 k	

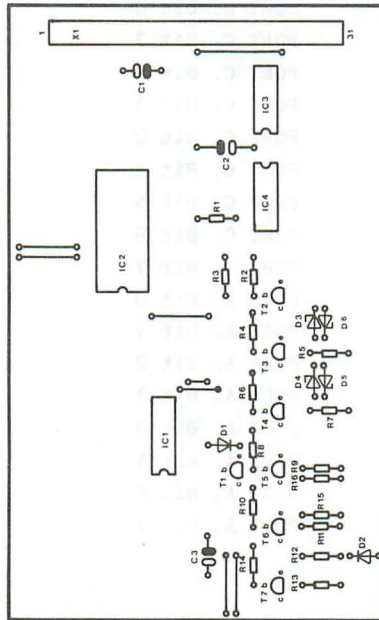
P I O		PROGRAMMIERBOARD
PIN	Bedeutung	Pin
1	Masse	12
2	PORT B, Bit 7	frei
3	PORT B, Bit 6	frei
4	PORT B, Bit 5	frei
5	PORT B, Bit 4	frei
6	PORT B, Bit 3	frei
7	PORT B, Bit 2	frei
8	PORT B, Bit 1	10
9	PORT B, Bit 0	11
10	PORT C, Bit 3	31
11	PORT C, Bit 2	29
12	PORT C, Bit 1	28
13	PORT C, Bit 0	30
14	PORT C, Bit 4	20
15	PORT C, Bit 5	9
16	PORT C, Bit 6	2
17	PORT C, Bit 7	23
18	PORT A, Bit 0	15
19	PORT A, Bit 1	14
20	PORT A, Bit 2	13
21	PORT A, Bit 3	7
22	PORT A, Bit 4	6
23	PORT A, Bit 5	5
24	PORT A, Bit 6	4
25	PORT A, Bit 7	3
^ 5 Volt		1
^25 Volt		18

Die Erfahrung hat gezeigt, daß gerade bei der Herstellung dieses Verbindungskabels leicht Fehler gemacht werden können.

Prüfen Sie deshalb alle einzelnen Anschlüsse nach !

Abbildung: 126

Bestückungsplan
EPROMER



Maßstab: 1:2

Abbildung: 127

So sollte das fertige EPROM Programmierboard aussehen

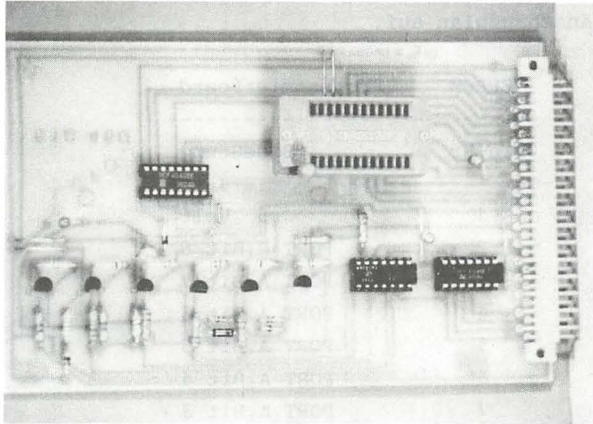
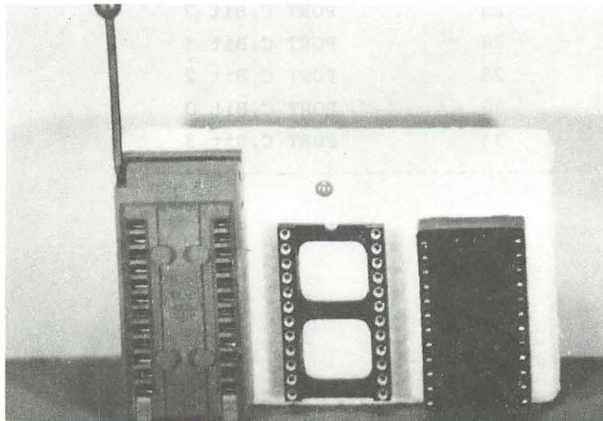


Abbildung: 128

Verwenden Sie für das EPROM Programmiergerät trotz der erhöhten Ausgabe eine Nullkraft-Fassung, links im Bild.

Wenn Sie relativ selten EPROM's programmieren wollen, genügt auch eine gedrehte Fassung, wie sie in der Mitte dargestellt ist. Die normalen 'Billigfassungen', rechts im Bild, eignen sich nicht.



Verbindungsleitungen und Anschlüsse

Wie schon mehrfach erwähnt, ist zum Betreiben des Programmierboards die PIO notwendig, die mit ihrem Sinclairstecker auf der Rückseite des Spektrums aufgesteckt wird.

Die 31 polige Steckerleiste des Programmierboards weist folgenden Anschlußplan auf:

EPROM	Programmierboard
Pin-Nr.	Bedeutung
1	5 Volt
2	PORT C, Bit 6
3	PORT A, Bit 7
4	PORT A, Bit 6
5	PORT A, Bit 5
6	PORT A, Bit 4
7	PORT A, Bit 3
9	PORT C, Bit 5
10	PORT B, Bit 1
11	PORT B, Bit 0
12	Masse
13	PORT A, Bit 2
14	PORT A, Bit 1
15	PORT A, Bit 0
18	+ 25 Volt
20	PORT C, Bit 4
23	PORT C, Bit 7
28	PORT C, Bit 1
29	PORT C, Bit 2
30	PORT C, Bit 0
31	PORT C, Bit 3

16.2. Beschreibung der menuegesteuerten Software

Das EPROM - Programmierboard bietet dem Anwender eine vollständige Menuesteuerung, damit auch der weniger Geübte sofort seine EPROMs programmieren kann. Alle Daten, die entweder einprogrammiert oder ausgelesen werden sollen, müssen zunächst in den RAM - Bereich des Rechners übertragen werden. Dieser Bereich liegt ab der Adresse 60000 und endet bei einem 4KB EPROM bei 64096. Die vorgestellte Software unterstützt diese Leseroutinen.

Diese Maßnahme mußte deshalb gewählt werden, weil der Binärzähler nicht auf beliebigen Zählstellen aufgesetzt werden kann und nur bei einem Stand von Null einen definierten Zustand hat. Daher werden alle EPROM - Daten in einem Zug gelesen und zur weiteren Verarbeitung in den RAM - Bereich gestellt. Weiterhin gilt zu beachten, daß die EPROM -Software einen Speicherausbau auf 48 KB voraussetzt.

Jede vom Rechner verlangte Eingabe muß selbstverständlich mit der ENTER - Taste quittiert werden.

Auf den folgenden Seiten werden Ihnen die unterschiedlichen Möglichkeiten des EPROM - Programmierboards vorgestellt und an Hand der Bildschirmmasken ausführlich beschrieben.

BILD 1

E P R O M P R O G R A M M I E R E R B A L T E S G d b R V Ö L K L I N G E N
--

1 = 2716
2 = 2732
3 = 2732 A

Bitte EPROM - Type wählen:

Auf diesem ersten Bild wählen Sie den entsprechenden EPROM-Typ aus, indem Sie auf der Eingabestelle die entsprechende Ziffer 1, 2 oder 3 eingeben. Nach dem Betätigen der ENTER-Taste wird Ihnen das Bild 2 vorgestellt.

ACHTUNG!

Tun Sie nichts, solange Sie das Programm hierzu nicht auffordert, dies gilt besonders für das Einsetzen des

BILD 2

E P R O M P R O G R A M M I E R E R
B A L T E S G d b R V Ö L K L I N G E N

E P R O M - T Y P = 2716

- 1 = P R O G R A M M I E R E N
- 2 = A U S L E S E N
- 3 = E R F A S S E N
- 4 = A E N D E R N
- 5 = I N H A L T
- 6 = E N D E

B I T T E F U N K T I O N W A E H L E N : _ _

Auf dem Bild 2 erhalten Sie die möglichen Funktionen von 1 - 6 nummeriert dargestellt. Zusätzlich erhalten Sie zur Erinnerung den im ersten Bild ausgewählten Typ dargestellt. Je nach Erfordernis tragen Sie auf der Eingabestelle die Kennziffer der Funktion ein.

FUNKTION - 1 - PROGRAMMIEREN

Bei der Auswahl der Programmierfunktion müssen Sie N A C H der Aufforderung durch den Rechner das EPROM in den Sockel setzen. Nun drücken Sie eine beliebige Taste und Sie erhalten die Anzeige:

PROGRAMMIERUNG LÄUFT

Der Inhalt des Datenspeichers wird in das eingesetzte EPROM übertragen. Ist der Programmiervorgang beendet, wird angezeigt:

PROGRAMMIERUNG BEENDET

Durch Drücken der Tasten " M " und ENTER wird Ihnen das Bild 2 wieder vorgestellt.

FUNKTION - 2 - AUSLESEN

Der Inhalt des EPROMs wird in den Datenspeicher übertragen.

FUNKTION - 3 - ERFASSEN

Mit dieser Funktion können neue Programme zum Einprogrammieren in das EPROM erstellt werden. Alle Eingaben erfolgen in hexadezimaler Schreibweise. Als erstes wird die Anfangsadresse eingegeben. Je nach EPROM - Typ sind folgende Adressbereiche zulässig:

2716 von 000 bis 7FF
2732 von 000 bis FFF
2732 A von 000 bis FFF

Zusätzlich ist noch die Eingabe " M " zur Rückkehr auf das Bild " 2 " erlaubt. Der Rechner ist für alle Eingaben in den GROBSCHREIBMODUS zu versetzen, durch gleichzeitiges Drücken von CAPS/SHIFT und 2.

Sämtliche Eingaben sind mit ENTER zu quittieren.

Die Anfangsadresse kann maximal 4-stellig sein, die Programmeingaben können maximal 2-stellig sein.

Durch die Eingabe von " S " können Sie eine neue Startadresse vergeben.

FUNKTION - 4 - ÄNDERN

Diese Funktion erlaubt es Ihnen, bestimmte Speicherstellen zu ändern. Hierbei sind folgende Eingaben zulässig:

M = Rücksprung auf das Bild 2
S = Eingabe einer neuen Startadresse
Z = eine Stelle rückwärts
ENTER = eine Stelle vorwärts

Der Inhalt der zuletzt angezeigten Adresse kann durch einen neuen Hexwert überschrieben werden.

FUNKTION - 5 - INHALT

Nach Eingabe der Anfangsadresse wird Ihnen der Inhalt des Datenspeichers vorgestellt.

Ist die Bildschirmseite ausgefüllt, kann durch die Eingabe

von " W " umgeblättert werden.

Durch die Eingabe von " S " können Sie eine neue Start-
adresse eingeben.

Geben Sie " M " ein, so erfolgt ein Sprung auf das Bild 2.

FUNKTION - 6 - ENDE

Wird diese Funktion ausgewählt, erfolgt ein Rücksprung auf
das erste Bild.

BILD 3

E P R O M P R O G R A M M I E R E R
B A L T E S G d b R V Ö L K L I N G E N

E P R O M - T Y P = 2716

- 1 = A U T O M A T I K
- 2 = L O E S C H T E S T
- 3 = P R O G R A M M I E R E N
- 4 = P R U E F E N
- 5 = E N D E

BITTE FUNKTION WAEHLN: __

Das Bild 3 erhalten Sie dann, wenn Sie die Funktion :
" PROGRAMMIEREN " auf dem zweiten Bild ausgewählt haben.
Für das Programmieren von EPROMs stehen Ihnen wiederum
mehrere Möglichkeiten zur Verfügung, die Sie durch die An-
gabe der entsprechenden Ziffer auswählen können.

FUNKTION - 1 - AUTOMATIK

Das Programm fordert Sie als erstes zum Einsetzen des
EPROMs auf. Wenn dies geschehen ist, drücken Sie eine be-
liebige Taste und der Programmiervorgang läuft automatisch
ab.

Die Automatik - Funktion beinhaltet im einzelnen folgende
Routinen:

*** LÖSCHTEST DES EPROMs

Sollte ein EPROM nicht gelöscht sein, so erscheint auf
dem Bildschirm die Meldung:

" EPROM NICHT GELÖSCHT "

Durch Betätigen der Taste " M " kann der Programmier-
vorgang nun abgebrochen werden, durch Drücken der Taste
" W " wird der Test wiederholt. Zuvor sollten Sie aber
den nichtgelöschten EPROM gegen einen anderen aus-
tauschen.

*** PROGRAMMIERUNG DES EINGESETZTEN EPROMs

Im Programmiermodus ist die Rechnertastatur verriegelt.
Der Inhalt des Datenspeichers wird in den eingesetzten
EPROM übertragen.

*** PRÜFEN DES EINGESETZTEN EPROMs

Dieser Programmteil führt einen Inhaltstest aus, d.h.
es erfolgt ein Vergleich der Daten im RAM-Bereich mit

denen des programmierten EPROMs.

Ist der Programmiervorgang beendet und ordnungsgemäß abgeschlossen, so erfolgt die Meldung:

EPROM KORREKT PROGRAMMIERT

Durch Drücken der Taste " M " wird Ihnen das Bild 2 vorgestellt, das Betätigen der Taste " W " leitet einen neuen Programmiervorgang ein.

Sollte sich während des Programmiervorgangs ein Fehler eingeschlichen haben, so wird dieses bei der Überprüfung mit dem RAM -Bereich festgestellt werden, und es erscheint die Meldung:

PROGRAMMIERUNG FEHLERHAFT

In diesem Fall entnehmen Sie den fehlerhaften EPROM und betätigen Sie je nach Erfordernis die Tasten " M " oder " W ". Vergessen Sie nicht die Eingaben mit ENTER zu quittieren.

FUNKTION - 2 - LOESCHTEST

Bei der Auswahl des Löschtestes kann der EPROM auf seine Programmierbarkeit hin überprüft werden. Sie erhalten wiederum eine entsprechende Meldung auf den Bildschirm.

FUNKTION - 3 - PROGRAMMIEREN

Bei der Auswahl der Programmierfunktion dürfen Sie erst nach der Aufforderung des Rechners das EPROM in den Sockel einsetzen. Nun drücken Sie zum Start eine beliebige Taste und

der Inhalt des Datenspeichers wird in das EPROM übertragen.
Ist der Programmiervorgang beendet, wird dies mitgeteilt:

PROGRAMMIERUNG BEENDET

Durch Drücken der Taste " M " wird Ihnen wieder das Bild 2
vorgestellt, durch " W " kann ein neuer Programmiervorgang
eingeleitet werden. Beachten Sie bitte, daß in dieser
Funktion kein Inhaltstest durchgeführt wird.

FUNKTION - 4 - PRÜFEN

Der Inhalt des EPROMs wird mit dem des Datenspeichers ver-
glichen und ein entsprechender Fehler wird angezeigt. Bei
dieser Funktion gelten die gleichen Bedingungen der " M "
und " W " Tasten.

FUNKTION - 5 - ENDE

Es erfolgt ein Rücksprung auf das Bild 2.

16.3. Software zum EPROM - Programmierboard

Die zum Programmierboard erforderliche Software setzt eine
Speicherkapazität von 48 KB voraus.

Im folgenden finden Sie die drei erforderlichen Programmteile:

1. VORPROGRAMM

2. BASIC HAUPTPROGRAMM
3. MASCHINENCODEROUTINEN

Diese Programme werden in der oben aufgeführten Reihenfolge erfaßt und abgespeichert.

Die EPROM - Software läßt sich mit dem Befehl: LOAD"" laden. Während des gesamten Ladevorgangs wird eine entsprechende Mitteilung über den Rechner ausgegeben.

Für diejenigen, die sich vielleicht das mühevoll Abschreiben aus dem Programmlisting ersparen wollen, steht im Anhang eine Bezugsquelle zur Verfügung, über die Sie die Software im Cassettenformat beziehen können.

EPROM - Programmierboard BASIC Vorprogramm

```
5 SAVE "EPROMER" LINE 10
10 CLEAR 59999
20 PRINT AT 3,5; PAPER 1; INK 7;"EPROM Programmierer"
30 PRINT AT 12,4; PAPER 1; INK 6; FLASH 1;"Programm wird geladen"
40 LOAD "EPROM-C"CODE
50 LOAD "EPROMER"
```

BASIC HAUPTPROGRAMM

```
5 GO SUB 9800
10 PRINT AT 11,8;"1 = 2716"
20 PRINT
30 PRINT TAB 8;"2 = 2732"
40 PRINT
50 PRINT TAB 8;"3 = 2732 A"
60 INPUT AT 0,0;"Bitte EPROM-Type waehlen :";a
70 IF a=0 OR a>3 THEN GO TO 60
80 IF a=1 THEN LET a1=2047: LET t#="2716"
90 IF a=2 THEN LET a1=4095: LET t#="2732"
100 IF a=3 THEN LET a1=4095: LET t#="2732 A"
105 POKE 65500,A1-256*INT (A1/256): POKE 65501,INT (A1/256)
110 GO SUB 9800
120 GO SUB 9890
130 PRINT AT 10,8;"1 = PROGRAMMIEREN"
140 PRINT
150 PRINT TAB 8;"2 = AUSLESEN"
160 PRINT
170 PRINT TAB 8;"3 = ERFASSEN"
180 PRINT
190 PRINT TAB 8;"4 = AENDERN"
200 PRINT
210 PRINT TAB 8;"5 = INHALT"
220 PRINT
230 PRINT TAB 8;"6 = ENDE"
240 INPUT AT 0,5;"Bitte Funktion waehlen :";b
245 IF b>6 THEN GO TO 260
270 IF b=0 THEN GO TO 260
280 IF b=6 THEN GO TO 5
290 GO SUB 1000*b
300 GO TO 110
1000 GO SUB 9800
1010 GO SUB 9890
1020 PRINT AT 10,8;"1 = AUTOMATIK"
1030 PRINT
1040 PRINT TAB 8;"2 = LOESCHTEST"
1050 PRINT
1060 PRINT TAB 8;"3 = PROGRAMMIEREN"
1070 PRINT
1080 PRINT TAB 8;"4 = PRUEFEN"
1090 PRINT
1100 PRINT TAB 8;"5 = ENDE"
1110 INPUT AT 0,5;"Bitte Funktion waehlen :";b
1120 IF b=0 OR b>5 THEN GO TO 1110
1130 LET f=0
1140 LET l=0
1150 IF b=5 THEN RETURN
1160 IF b=1 THEN GO SUB 1020: LET f=1
1170 IF b=2 THEN GO SUB 1210
1180 IF b=3 THEN GO SUB 1380
1190 IF b=4 THEN GO SUB 1570
1200 GO TO 1000
1210 GO SUB 9800: GO SUB 9890
1220 PRINT AT 10,8; INVERSE 1;"LOESCHTEST";: IF f=1 THEN PRINT " (Au
tomatik)"
```

```

1230 OUT 127,144: OUT 63,2: OUT 63,0
1240 GO SUB 1790
1250 GO SUB 1750
1260 PRINT AT 12,5; FLASH 1;"LOESCHTEST LAEUFT"
1270 LET j=USR 65000
1280 IF j=65535 AND f=1 THEN RETURN
1290 IF j=65535 THEN GO SUB 9800: GO SUB 9890: GO TO 1320
1300 LET j=(j-a1)*-1
1310 GO SUB 9800: GO SUB 9890: PRINT AT 12,0;"EPROM NICHT GELOESCHT A
DR.: ":" LET b=j: GO SUB 3800
1320 PRINT AT 21,0;"M=MENUE W=WEITER"
1330 IF INKEY$="m" AND f=1 THEN LET l=1: RETURN
1340 IF INKEY$="m" AND f=0 THEN RETURN
1350 IF INKEY$="w" AND f=1 THEN LET l=0: RETURN
1360 IF INKEY$="w" AND f=0 THEN GO TO 1210
1370 GO TO 1320
1380 GO SUB 9800: GO SUB 9890: GO SUB 1790
1390 PRINT AT 10,8; INVERSE 1;"PROGRAMMIERUNG"
1400 IF f=0 THEN GO SUB 1750
1410 PRINT AT 16,5; FLASH 1;"PROGRAMMIERUNG LAEUFT": IF f=1 THEN PR
INT AT 17,8;"(Automatik)"
1420 IF a=1 THEN OUT 95,65: POKE 65510,71: POKE 65520,7
1430 IF a>1 THEN OUT 95,80
1440 IF a=2 THEN POKE 65510,30: POKE 65520,94
1450 IF a=3 THEN POKE 65510,28: POKE 65520,92
1460 OUT 127,128: OUT 63,2: OUT 63,0
1470 IF a=1 THEN OUT 95,7
1480 IF a=2 THEN OUT 95,94
1490 IF a=3 THEN OUT 95,92
1500 LET j=USR 65037
1510 OUT 127,144: OUT 63,2: OUT 63,0
1520 IF f=1 THEN RETURN
1530 GO SUB 9800: GO SUB 9890: PRINT AT 21,0;"M=MENUE W=WEITER"
1540 IF INKEY$="m" THEN RETURN
1550 IF INKEY$="w" THEN GO TO 1380
1560 GO TO 1540
1570 GO SUB 9800: GO SUB 9890
1580 PRINT AT 10,8; INVERSE 1;"INHALTSTEST": IF f=0 THEN GO SUB 1750

1590 OUT 127,144: OUT 63,2: OUT 63,0
1595 GO SUB 1790
1600 LET j=USR 65092
1610 IF j<>0 THEN GO TO 1660
1630 GO SUB 9800: GO SUB 9890
1640 PRINT AT 16,0; INVERSE 1;"EPROM KORREKT PROGRAMMIERT !"
1645 IF f=1 THEN RETURN

```



```

1450 GO TO 1700
1460 GO SUB 9800: GO SUB 9890: GO SUB 1790
1470 PRINT AT 16,0: FLASH 1: BRIGHT 1:"PROGRAMMIERUNG FEHLERHAFT "
1480 LET j=(j-a1)*-1
1490 PRINT "ADRESSE : "; LET b=j: GO SUB 3800
1700 PRINT AT 21,0:"M=MENUE W=WEITER"
1710 IF INKEY$="m" THEN RETURN
1720 IF INKEY$="w" AND f=0 THEN GO TO 1570
1730 IF INKEY$="w" AND f=1 AND j<>0 THEN LET l=1: RETURN
1740 GO TO 1710
1750 PRINT AT 16,5: FLASH 1:"BITTE EPROM EINSETZEN !"
1760 IF INKEY$="" THEN GO TO 1760
1770 GO SUB 9800: GO SUB 9890
1780 RETURN
1790 IF a=1 THEN OUT 95,129
1800 IF a>1 THEN OUT 95,144
1810 RETURN
1820 LET f=1
1830 GO SUB 1210
1840 IF l=1 THEN RETURN
1850 GO SUB 1380
1860 GO SUB 1570
1870 IF l=1 THEN RETURN
1880 PRINT AT 21,0:"M=MENUE W=WEITER"
1890 IF INKEY$="m" OR INKEY$="M" THEN RETURN
1900 IF INKEY$="w" OR INKEY$="W" THEN GO TO 1820
1910 GO TO 1890
2000 GO SUB 9800: GO SUB 9890
2010 PRINT AT 10,8: INVERSE 1:"EPROM AUSLESEN"
2020 GO SUB 1750
2025 PRINT AT 16,4: FLASH 1:"EPROM AUSLESEN LAEUFT"
2030 OUT 127,144: OUT 63,2: OUT 63,0
2040 GO SUB 1790
2050 RANDOMIZE USR 65133
2060 IF a=1 THEN OUT 95,65
2070 IF a>1 THEN OUT 95,80
2080 RETURN
3000 CLS
3010 PRINT TAB 5:"*****ERFASSEN*****"
3020 INPUT AT 0,0:"ANFANGSADRESSE ?": LINE a$
3025 IF a$="" THEN GO TO 3020
3030 IF LEN a$>4 THEN GO TO 3020
3050 CLS
3065 LET an=0
3070 GO SUB 3900
3075 LET ad=an
3090 PRINT AT 2,(4-LEN a$):a$;" ";
3100 FOR z=1 TO 18
3105 FOR p=1 TO 8
3110 INPUT AT 0,0:"HEXWERT -> ": LINE a$
3111 IF LEN a$>2 THEN GO TO 3110
3112 IF a$="m" OR a$="M" THEN RETURN
3113 IF a$="w" OR a$="W" THEN GO TO 3000
3114 IF a$="" THEN LET a$="00"
3115 IF LEN a$<2 THEN LET a$="0"+a$
3120 PRINT a$;" ";

```

```

3125 LET an=0
3130 GO SUB 3900
3140 LET by=an
3150 POKE 60000+ad,by
3160 LET ad=ad+1
3170 NEXT p
3172 PRINT
3175 LET b=ad
3180 GO SUB 3800
3190 NEXT z
3200 PRINT AT 21,0;"M=MENUE W=WEITER"
3210 IF INKEY$="" OR INKEY$="M" THEN RETURN
3220 IF INKEY$="w" OR INKEY$="W" THEN GO TO 3240
3230 GO TO 3210
3240 CLS
3250 LET b=ad
3260 GO SUB 3800
3270 GO TO 3100
3800 LET h=4096
3805 LET w=INT (b/h)+48
3810 IF w>57 THEN LET w=w+7: PRINT CHR$ w: GO TO 3820
3815 PRINT CHR$ w;
3820 LET b=b-INT (b/h)*h
3830 LET h=h/16
3840 IF h>=1 THEN GO TO 3805
3850 PRINT " ";
3860 RETURN
3910 FOR x=1 TO LEN a$
3920 LET y=CODE a$(x)-48
3930 IF y>9 THEN LET y=CODE a$(x)-87
3940 LET an=an*16+y
3950 NEXT x
3960 RETURN
4000 CLS
4010 PRINT TAB 5;"*****AENDERN*****"
4020 INPUT AT 0,0;"ANFANGSADRESSE ?"; LINE a$
4030 IF LEN a$>4 THEN GO TO 4020
4040 LET an=0
4050 GO SUB 3900
4055 LET ad=an
4060 PRINT AT 2,(4-LEN a$);a$;" -> ";
4062 PRINT AT 21,0;"Z=ZURUECK M=MENUE"
4063 PRINT AT 2,9;
4065 FOR n=1 TO 17
4070 LET h=16
4080 LET b=PEEK (ad+60000)
4090 GO SUB 3805
4100 INPUT AT 0,0;"HEXWERT -> "; LINE a$
4110 IF LEN a$>2 THEN GO TO 4100
4112 IF a$="z" OR a$="Z" THEN LET ad=ad-1: PRINT : GO TO 4190
4113 IF a$="m" OR a$="M" THEN RETURN
4120 IF a$="" THEN PRINT : GO TO 4180
4130 PRINT " "; INK 2;a$
4140 LET an=0
4150 GO SUB 3900
4160 LET by=an
4170 POKE 60000+ad,by
4180 LET ad=ad+1

```

```

4190 LET b=ad
4200 GO SUB 3000
4205 PRINT " -> ";
4210 NEXT n
4230 CLS
4235 PRINT TAB 5;"*****AENDERN*****"
4240 LET b=ad
4245 PRINT AT 2,0;
4250 GO SUB 3000
4260 PRINT " -> ";
4270 GO TO 4062
5000 CLS
5010 PRINT TAB 5;"*****INHALT*****"
5020 INPUT AT 0,0;"ANFANGSADRESSE ? "; LINE a$
5030 IF LEN a$>4 THEN GO TO 5020
5040 LET an=0
5050 GO SUB 3900
5060 LET ad=an
5070 PRINT AT 2,(4-LEN a$);a$
5080 PRINT AT 21,0;"M=MENUE S=STOP"
5085 PRINT AT 2,5;
5090 FOR z=1 TO 17
5100 FOR p=1 TO 8
5102 IF INKEY$="m" OR INKEY$="M" THEN RETURN
5104 IF INKEY$="s" OR INKEY$="S" THEN GO TO 5000
5110 LET h=16
5120 LET b=PEEK (60000+ad)
5130 GO SUB 3005
5140 LET ad=ad+1
5150 NEXT p
5155 PRINT
5160 LET b=ad
5170 GO SUB 3000
5190 NEXT z
5200 PRINT AT 21,0;"M=MENUE W=WEITER"
5210 IF INKEY$="m" OR INKEY$="M" THEN RETURN
5220 IF INKEY$="w" OR INKEY$="W" THEN GO TO 5240
5230 GO TO 5210
5240 CLS
5250 PRINT TAB 5;"*****INHALT*****"
5260 PRINT AT 2,0;
5270 LET b=ad
5280 GO SUB 3000
5290 GO TO 5000
9800 CLS
9810 PRINT "*****"
9820 PRINT "*"
9830 PRINT "* EPROM PROGRAMMIERER *"
9840 PRINT "*"
9850 PRINT "*"
9860 PRINT "*"
9870 PRINT "*****"
9880 RETURN
9890 PRINT AT 8,8;"EPROM-TYPE= ";t$
9900 RETURN
9999 REM 1000 1000 10 3000

```

Maschinenroutinen für das EPROM - Programmierboard

1. Löschtest

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FDE8	11 00 00	LD DE,0000	Register mit Promgröße
FDEB	2A DC FF	LD HL,(FFDC)	laden
FDEE	DB 1F	IN A,(31)	Byte laden und auf FF testen
FDF0	FE FF	CP FF	wenn nicht FF, Programmab-
FDF2	20 11	JR NZ,FE05	bruch, Sprung- Fehlerroutine
FDF4	2B	DEC HL	Promgröße -1
FDF5	37	SCF	Test ob Promende erreicht
FDF6	3F	CCF	
FDF7	ED 5A	ADC HL,DE	
FDF9	28 0D	JR Z,FE08	Sprung zur Enderoutine wenn
FDFB	3E 01	LD A,1	ja Adresszähler + 1
FDFD	D3 3F	OUT (3F),A	
FDFE	3E 00	LD A,0	
FE01	D3 3F	OUT (3F),A	
FE03	18 E9	JR, FD EE	Sprung zum Anfang
FE05	44	LD B,H	Fehlerroutine
FE06	4D	LD C,L	
FE07	C9	RET	
FE08	01 FF FF	LD BL,FFFF	Enderoutine
FE0B	C9	RET	

 Anmerkung: Wenn der Löschtest erfolgreich war, steht im
 BC FFFF wenn nicht die fehlerhafte Adresse.

2. Programmerroutine

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FE0D	2A DC FF	LD HL,(FFDC)	Promgröße laden
FE10	01 60 EA	LD BC,(EA60)	RAM-Anfangsadresse laden
FE13	0A	LD A,(BC)	Byte aus RAM in Akku laden
FE14	D3 1F	OUT (31),A	Byte ausgeben
FE16	3A E6 FF	LD A,(FFE6)	Einschaltparameter laden
FE19	D3 5F	OUT (5F),A	Einschaltparameter ausgeben
FE1B	E5	PUSH HL	
FE1C	11 00 00	LD DE,00 00	Verzögerungsschleife für
FE1F	21 5D 11	LD HL,115D	Programmimpuls 50 ms
FE22	2B	DEC HL	
FE23	37	SCF	
FE24	3F	CCF	
FE25	ED 5A	ADC HL,DE	
FE27	20 F9	JR NZ,FE22	
FE29	E1	POP HL	
FE2A	3A F0 FF	LD A,(FFF0)	Ausschaltparameter laden
FE2D	D3 5F	OUT (5F),A	Ausschaltparameter ausgeben
FE2F	3E 01	LD A,1	Adresszähler + 1
FE31	D3 3F	OUT (3F),A	
FE33	3E 00	LD A,0	
FE35	D3 3F	OUT (3F),A	

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FE 37	03	INC BC	RAM Adresse - 1
FE 38	2B	DEC HL	Promgröße -1
FE 39	11 00 00	LD DE,0000	Test ob Promende erreicht
FE 3C	37	SCF	
FE 3D	3F	CCF	
FE 3E	ED 5A	ADC HL,DE	
FE 40	C8	RET Z	Rücksprung Basic wenn Ende
FE 41	18 D0	JR, FE13	Sprung zum Anfang

3. EPROM - Inhaltstest

Adresse	Hex. Code	Mnemo.Code	Bemerkungen
FE44	ED 4B DC FF	LD BC,(FFDC)	Promgröße laden
FE48	21 60 EA	LD HL,(EA60)	RAM-Anfangsadresse laden
FE4B	AF	XOR A	
FE4C	DB 1F	IN A,(1F)	EPROM Byte laden
FE4E	5E	LD E,(HL)	RAM-Byte laden
FE4F	BB	CP E	Test ob EPROM=RAM
FE40	20 1A	BR NZ,FE6C	EPROM nicht RAM Abbruch
FE52	11 00 00	LD DE,0000	Test auf EPROM-ende
FE55	E5	PUSH,HL	
FE56	C6	PUSH,BC	
FE57	60	LD H,B	
FE58	69	LD L,C	
FE59	37	SCF	
FE5A	3F	CCF	
FE5B	ED 5A	ADC HL,DE	
FE5D	C1	POP BC	
FE5E	E1	POP HL	

FE5F	C8	RET Z	Rücksprung Basic, Promende erreich
FE60	23	INC HL	RAM-Adresse + 1
FE61	0B	DEC BC	Promgröße - 1
FE62	3E 01	LD A, 1	Adresszähler + 1
FE64	D3 3F	OUT (3F), A	
FE66	3E 00	LD A, 0	
FE68	D3 3F	OUT (3F), A	
FE6A	18 DF	JR, FE4B	Sprung zum Anfang
FE6C	C9	RET	Rückkehr ins Basic

Anmerkung:

Wenn der Vergleichstest erfolgreich abgelaufen ist, d.h. der RAM-Inhalt entspricht dem des EPROM's, so steht im BC 0000, andernfalls das Komplement der fehlerhaften Adresse.

4. Laderoutine

FE6D	ED 4B DC FF	LD BC,(FFDC)	Promgröße laden
FE71	21 60 EA	LD HL,EA60	RAM Anfangsadr. laden
FE74	DB 1F	IN A,(1F)	EPROM Byte in Akku laden
FE76	77	LD (HL),A	Akku in RAM laden
FE77	11 00 00	LD DE,0000	Test ob EPROM ende erreicht
FE7A	E5	PUSH HL	
FE7B	C5	PUSH BC	
FE7C	60	LD H,B	
FE7D	69	LD L,C	
FE7E	37	SCF	
FE7F	3F	CCF	
FE80	ED 5A	ADC HL,DE	
FE82	C1	POP BC	
FE83	E1	POP HL	
FE84	C8	RET Z	Wenn ja Rückkehr zum Basic
FE85	23	INC HL	RAM Adresse + 1
FE86	0B	DEC BC	Promgröße - 1
FE87	3E 01	LD A,1	Adresszähler + 1
FE89	D3 3F	OUT (3F),A	
FE8B	3E 00	LD A,0	
FE8D	D3 3F	OUT (3F),A	
FE8F	18 E3	JR, FE74	Sprung zum Anfang

17. EPROM - PROGRAMMIERNETZTEIL

Das Programmieren von EPROMSs ist mit dem vorgestellten Programmierboard wirklich eine einfache Sache. Allerdings haben Sie bereits erfahren, daß hierzu eine positive, stabile Programmierspannung (Vpp) von 25 Volt erforderlich ist.

In der folgenden Schaltung wird Ihnen ein kleines Netzteil vorgestellt, das den Anforderungen bezüglich der Stabilität und Schnelligkeit vollkommen entspricht. Was die Stabilität anbelangt, so darf die Programmierspannung weder geringfügig über- noch unterschritten werden. Weiterhin ist es nach den Herstellerangaben erforderlich, daß die Schnelligkeit beim Anlegen zwischen 0,5 und 2,5 sec. betragen muß.

Ein besonderer Vorteil dieses Netzteils liegt darin, daß man die Ausgangsspannung wechselweise auf 5 Volt oder 25 Volt einstellen kann, je nachdem, ob programmiert oder gelesen werden soll.

Legt man nämlich den Eingang an einen L - Pegel (Masse), so führt der Ausgang 5 Volt, bei einem H - Pegel ($\hat{=}$ 5 V), führt der Ausgang 25 Volt.

Das Schaltbild in der Abbildung 129 ist mit dem bekannten Spannungsregler LM 723 aufgebaut. Als Spannungsversorgung dient ein kleiner 30 V / 40 mA Printtrafo. Die Referenzspannung für den 723 wird durch den Trimpotentiometer P1 am Pin 6 auf 5 Volt eingestellt. Solange der Transistor T1 gesperrt bleibt, d.h. die Basis an einem L - Pegel liegt, beträgt die Ausgangsspannung auch nur 5 Volt. Erst wenn der Eingang an einem H - Pegel liegt, wird der Transistor T1 durchgeschaltet und durch den Spannungsteiler R5, P2 und R3 am invertierten Eingang wird erreicht, daß eine höhere

Spannung am Ausgang anliegt. Die erforderliche Schnelligkeit wird dadurch erzielt, daß der für die Kompensation verantwortliche Anschluß 13 nicht beschaltet ist.

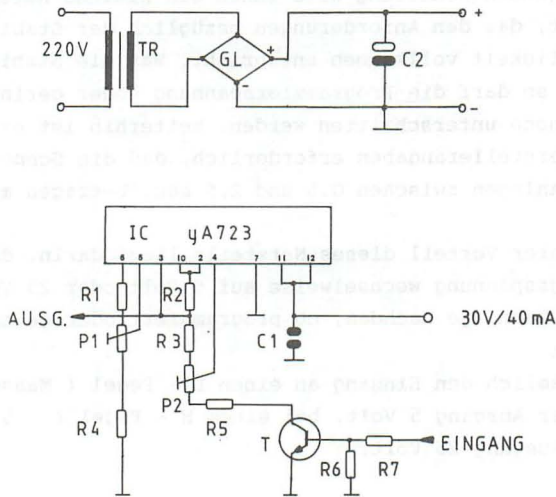


ABBILDUNG : 129

EPROM PROGRAMMIERNETZTEIL

Das Platinenlayout und der Bestückungsplan sind in den Abbildungen 130 bzw. 131 wiedergegeben. Der IC ist in unterschiedlichen Bauformen erhältlich, das Platinenlayout ist für die 14 polige DIL Ausführung ausgelegt.

Der Abgleich des Programmiernetzteils ist einfach durchzuführen:

1. Schließen Sie einen Voltmeter zwischen Ausgang und Masse an. Der Eingang bleibt unbeschaltet, d.h. offen. Nun stellen Sie über den Trimpotentiometer P1 eine Spannung von 5 Volt ein.
2. Legen Sie an den Eingang ein Spannung von $\hat{5}$ Volt und stellen über den Trimpotentiometer P2 den Ausgang so ein, daß Ihr Voltmeter $\hat{25}$ Volt anzeigt. Beachten Sie, daß Sie für diese Einstellung eine eigene 5 Volt Spannungsquelle benötigen.

Hiermit ist der Abgleich beendet. Selbstverständlich können Sie für das EPROM - Programmierboard auch jedes andere Netzteil verwenden, das die erforderliche Ausgangsspannung liefert.

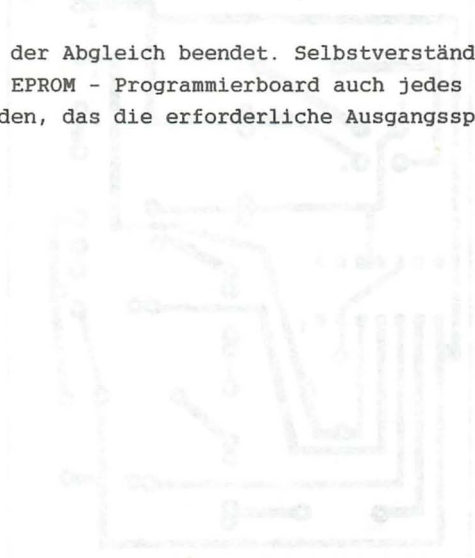
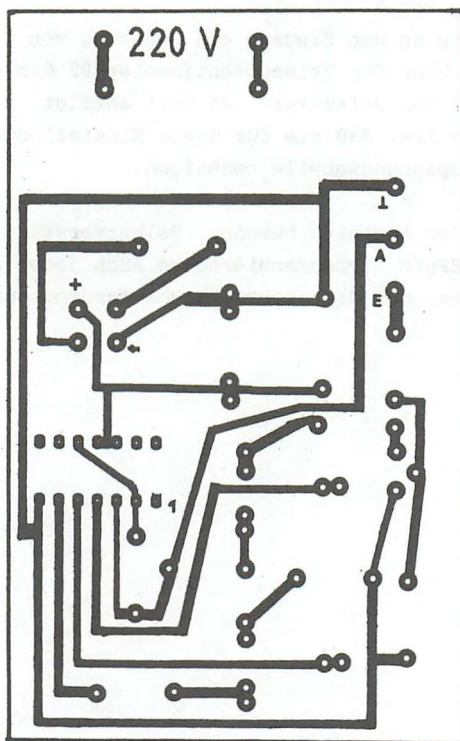


Abbildung: 130

Platinenlayout zum EPROM - Programmiernetzteil

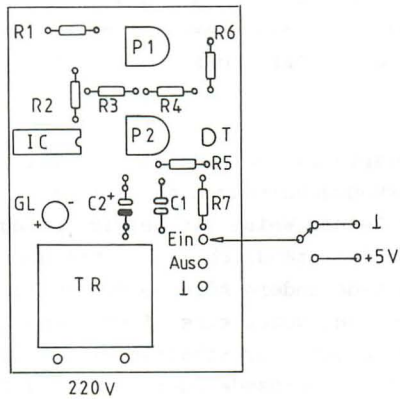


Maßstab: 1:1

Bauteile zum EPROM Programmiernetzteil

- IC = μ A 723 (14-poliges DIL-Gehäuse)
- GL = Gleichrichter B40 C800 runde Bauform
- TR = Printransformator 220V / 30 V ca. 40 mA
- C1 = 100 nF
- C2 = Elko ca. 50 μ F / 50 V, stehende Bauform
- T = Transistor BC 547 oder ähnliches
- P1 = Trimpotentiometer 1 k, liegende Bauform
- P2 = Trimpotentiometer 1 k, liegende Bauform
- R1 = 2,5 k
- R2 = 1 Ω
- R3 = 4,7 k
- R4 = 4,7 k
- R5 = 1 k
- R6 = 470
- R7 = 1 k

Abbildung:131 Platinenlayout zum EPROM Programmiernetzteil



Maßstab: 1:2

18. UNIVERSELLER ADRESSDECODER

Dieser Baustein ist in der Lage, die unterschiedlichen peripheren Geräte zu adressieren.

Die Auswahl der Ansprechadresse geschieht über insgesamt 8 DIL Schalter, womit alle möglichen Adressen von 0 - FF eingestellt werden können.

Beachten Sie aber in diesem Zusammenhang, daß bei der Adressauswahl keine Schwierigkeiten mit den Bereichen auftreten, die für die Tastaturabfrage, das Betriebssystem oder das Microdrive reserviert sind.

Alle Adressen werden hier mit dem IORQ - Signal selektiert und können dann mit IN bzw. OUT - Befehlen angesprochen werden. Je nach Schalterstellung wird folgende Adresse erzeugt:

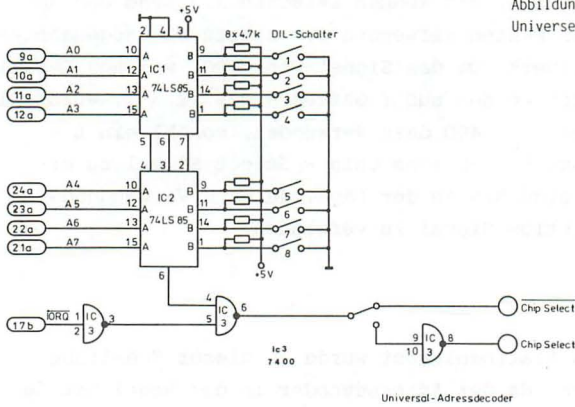
A-7	A-6	A-5	A-4	A-3	A-2	A-1	A-0	-- Adresse
S 8	S 7	S 6	S 5	S 4	S 3	S 2	S 1	-- Schalter
=====								
ON	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	OFF	== 127 dez.

Dieses ist beispielsweise eine Adresse, mit der fast in allen Erweiterungsschaltungen gearbeitet wird. Sie kollidiert in keiner Weise mit bereits belegten Bereichen im Spektrum. Selbstverständlich können Sie über die DIL - Schalter auch jede andere Adresse einstellen und ihre Verwendbarkeit testen, wobei eine offene Schalterstellung als "1" und ein geschlossener Schalter mit "0" interpretiert wird. Das Schaltbild des Adressdecoders ist in der Abbildung 132 dargestellt. Die Adressauswahl wird von zwei TTL-ICs vom Typ

74LS85 durchgeführt. Dieser Baustein vergleicht 4 Bit Worte und zeigt an, ob sie gleich groß sind, oder welches von beiden größer ist. Die ausführliche Beschreibung dieses ICs finden Sie im Anhang. Die Werte der acht Pull - up Widerstände sind nicht kritisch, sie können zwischen 3,9 kOhm und 10 kOhm liegen. Am besten verwenden Sie hierzu ein sogenanntes Widerstandsnetzwerk. Da das Signal von IORQ, welches L-aktiv ist, invertiert werden muß (Gatter 1 des IC 3), wurde ein weiteres Gatter des 7400 dazu verwendet, sowohl ein L - aktives wie auch H - aktives Chip - Select Signal zu erzeugen. Damit sind Sie in der Lage, je nach Verwendungszweck, das richtige Signal zu verwenden.

Ein spezielles Platinenlayout wurde zu dieser Schaltung nicht entworfen, da der Adressdecoder in der Regel mit dem peripheren Gerät zusammen aufgebaut wird.

Abbildung: 132
 Universeller Adressdecoder



19. 48 KB SPEICHERERWEITERUNG

In der Grundausbaustufe verfügt der ZX - Spektrum über eine Speicherkapazität von 16 KB, allerdings steht Ihnen nicht dieser gesamte Platz für Programme zur Verfügung.

Ein großer Teil dieser 16 KB wird vom internen Bildspeicher und von Farbbefehlen belegt, so daß Ihnen für Ihre Basic - Anwendungen nur etwa noch die Hälfte verbleibt.

Sind Sie dem Anfängerstadium entwachsen, so geraten Sie unweigerlich an die Kapazitätsgrenze Ihres Rechners. Was liegt nun näher, als den Spektrum auf 48 KB aufzurüsten ?

Hierzu brauchen Sie das Gerät weder an einen Händler einzuschicken noch sind umfangreiche Lötarbeiten notwendig, denn der Rechner ist bereits ab Werk vollständig zur Aufnahme dieser Speichererweiterung vorbereitet!

Die Bauteile, die Sie zum Aufrüsten benötigen, können Sie bei allen größeren Elektronikhändlern erwerben.

Allerdings sollen Sie sich zu Anfang gleich überlegen, ob Sie Ihren Rechner nicht schon bald auf 80 KB aufrüsten wollen. Für diesen Fall sollten Sie sich schon jetzt für die teureren 64 KB x 1 Bit Speicherbausteine entscheiden, denn andernfalls können Sie mit den in diesem Kapitel vorgeschlagenen 32 KB x 1 Bit Speicherbausteine nichts mehr anfangen. Es empfiehlt sich also in jedem Fall auch das nächste Kapitel sorgfältig durchzulesen, bevor Sie mit dem Umbau beginnen.

Doch kommen wir wieder auf unsere 48 KB Speichererweiterung zurück. Bevor Sie sich nun an das Öffnen des Rechners heranzumachen, sollten Sie sich die nachfolgenden Punkte genau durchlesen und diese dann SCHRITT FÜR SCHRITT nachvoll-

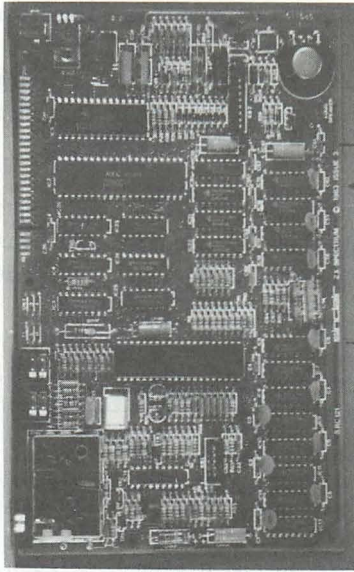


Abbildung: 133

So sollte der Rechner vor Ihnen liegen

Hier können Sie erkennen,
welches Modell Sie besitzen,
ISSUE 2 oder 3

ziehen!

Bedenken Sie außerdem, daß durch das Öffnen des Rechners das Garantiesiegel verletzt wird, und ob es nicht besser ist, mit der Speichererweiterung bis zum Ablauf der Garantiezeit zu warten!

***** PUNKT 1 *****

Entfernen Sie die Stromversorgung, das Antennenkabel und die Überspielleitung von Ihrem Rechner.

***** PUNKT 2 *****

Öffnen Sie auf der Unterseite des Rechners die 5 Kreuzschlitzschrauben. Hierzu müssen Sie die aufgeklebten Gummifüße entfernen.

***** PUNKT 3 *****

Heben Sie das Oberteil vorsichtig ca. eine Handbreit hoch. Mit einer Pinzette oder einer kleinen Flachzange sind die beiden Tastaturkabel vorsichtig aus den beiden Steckfassungen zu ziehen. Knicken Sie die Kabelstränge nicht und beschädigen Sie nicht die dünnen Anschlußdrähte, da diese sich bei einer eventuellen Beschädigung nicht löten lassen. Das Oberteil wird nun auf die Seite gelegt; es wird vorläufig nicht mehr benötigt.

***** PUNKT 4 *****

Legen Sie den Rechner so vor sich hin, wie es die Abbildung 133 zeigt!

***** PUNKT 5 *****

Auf der rechten Seite können Sie neben der SINCLAIR-Firmenaufschrift nun erkennen, welches Modell Sie haben:

ISSUE 2

ISSUE 3

Sollten Sie noch eines der wenigen ersten Modelle, ISSUE 1, besitzen, so endet das Kapitel für Sie an dieser Stelle, denn eine Speicheraufrüstung ist hier nicht mehr möglich. Beachten Sie aber, daß bei den Modellen 2 und 3 verschiedene Umbaueingriffe notwendig sind. Achten Sie daher genau auf die richtigen Modellhinweise.

***** PUNKT 6 *****

Im Elektronikfachhandel sollten Sie sich nun folgende TTL - ICs besorgen:

2 x 74 LS 157

1 x 74 LS 32

1 x 74 LS 00

Dieses gilt für beide Modellserien!

Zusätzlich sind noch acht dynamische Speicher - ICs notwendig, entweder mit einer Kapazität von 32 KB x 1 Bit oder von 64 KB x 1 Bit, dieses könnten folgende Typen sein:

8 x TMS 4532-xx NL 3 oder NL 4

oder 8 x TMS 3732-xx NL 3 oder NL 4

Bei 64 KB x 1 Bit Speicherbausteinen sind folgende Typen verwendbar:

8 x 2164-xx
oder 8 x 4164-xx
oder 8 x 4564-xx
oder 8 x 4864-xx
oder 8 x 8264-xx
oder 8 x 8265-xx (*)

Mit " xx " wird die Zugriffszeit der ICs gekennzeichnet.
Hier sind Versionen mit 15 (= 150 ns) oder 20 (= 200 ns)
einsetzbar.

A C H T U N G (*)

Als Speicher - ICs sind prinzipiell nur solche Typen einsetzbar, bei denen der Pin 1 frei (NC = Not connected) ist. Bei manchen, z.B. dem aufgeführten 8265 liegt auf diesem Anschluß der " Auto refresh ". Solche ICs sind nur dann einzusetzen, wenn Sie den Pin 1 hochbiegen, so daß er keine Verbindung mehr zur Fassung hat.

Bitte holen Sie sich unbedingt mehrere Angebote über die Preise der dynamischen Speicherbausteine ein, denn Unterschiede von mehr als 250 % sind leider keine Seltenheit.

***** PUNKT 7 *****

Die TTL - ICs werden nun vorsichtig in die vorgesehenen Fassungen gesteckt, so wie es die Skizze der Abbildung 134 zeigt. Achten Sie darauf, daß die IC - Kerben alle nach außen zum Steckeranschluß zeigen.

Dieser Punkt gilt sowohl für ISSUE 2 wie auch für ISSUE 3.

***** PUNKT 8 *****

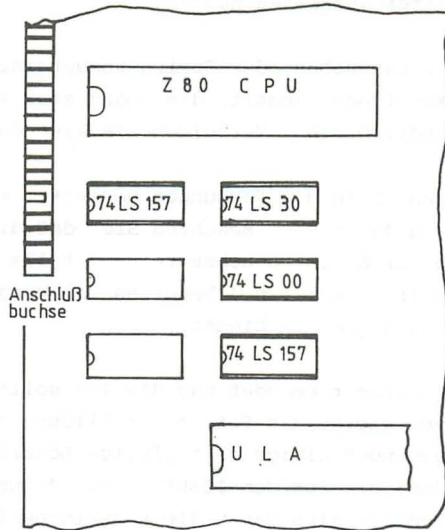
Anschließend widmen Sie sich den acht freien IC - Sockeln oben rechts zu.

Diese sind für die Aufnahme der Speicher - ICs vorgesehen. Wenn Sie sich für die 32 KB Speicherbausteine entschieden haben, so müssen Sie unbedingt darauf achten, daß alle ICs die gleiche letzte Ziffer tragen, entweder 3 oder 4.

Der Grund hierfür ist leicht zu erklären:

In Wirklichkeit handelt es bei diesen 32 KB - Speicher um defekte 64 KB ICs. Wurde nämlich bei der Endkontrolle erkannt, daß sich Fehler innerhalb der Speicherorganisation

Abbildung: 134 So müssen die TTL-Bausteine in die Fassungen eingesteckt werden. Hierbei besteht für ISSUE 2 und für ISSUE 3 kein Unterschied. Achten Sie darauf, daß die IC-Kerben nach außen, zur Anschlußbuchse, zeigen.



eingeschlichen haben, so überprüft man die Fehlerlage. Liegen alle Fehler im gleichen Speicherblock, also entweder im ersten oder im zweiten 32 KB - Bereich, so werden diese ICs entsprechend gestempelt und verkauft. Die letzte Ziffer gibt an, welcher der beiden Blocks in Ordnung ist. Die Ziffer " 3 " steht für den unteren Block und die Ziffer " 4 " für den oberen Block. Nun ist es auch klar, warum alle acht Speicherbausteine die gleiche letzte Ziffer aufweisen müssen.

Achten Sie bei der Handhabung der Speicherbausteine darauf, daß es sich um CMOS-Typen handelt, die gegen statische Aufladung sehr empfindlich sind. Vermeiden Sie also das Berühren mit den Händen!

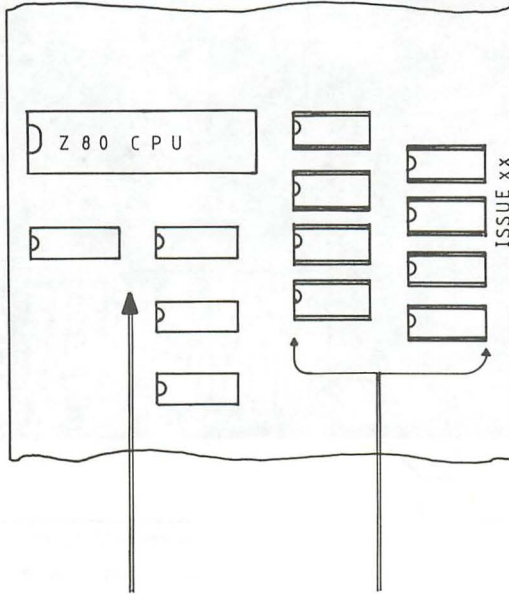
Die RAMs werden nun so in die Fassungen gesteckt, wie es Ihnen die Abbildung 135 zeigt. Beachten Sie, daß die IC - Kerben nach außen zur Anschlußbuchse zeigen. Falls Sie 64 KB ICs mit Autor - Refresh auf Pin 1 benutzen, so vergessen Sie nicht, den Pin 1 nach oben zu biegen.

Nun ist die Montagearbeit beendet und die ICs sollten so an ihrem Platz sitzen, wie es das Foto der Abbildung 136 zeigt. Im folgenden müssen noch einige geringfügige Lötarbeiten durchgeführt werden, die für den ISSUE 2 bzw. 3. unterschiedlich sind. Beachten Sie also genau die Modellhinweise.

```
*****
*   9. ABSCHLUSSARBEIT   *
*   Für den I S S U E 2   *
*****
```

Je nach den verwendeten Speicherbausteinen sind unterschiedliche Drahtbrücken zu legen. Betrachten Sie hierzu die Abbildung 137. Zwischen dem ULA - Chip und einem bereits vom Werk

Abbildung: 135 Einbauhinweise der Speicher-IC's für beide Modelle

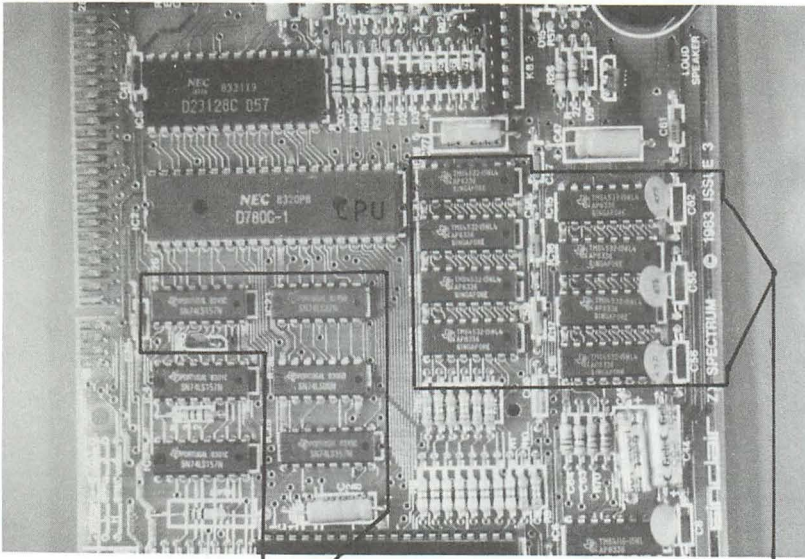


Einbaulage der bereits eingebauten TTL-IC's

Einbaulage der acht dynamischen Speicher-IC's, entweder 32 KB x 1 oder 64 KB x Bit. Achten Sie bei den 32 KB-Typen darauf, daß sie alle die gleiche Endziffer, entweder 3 oder 4 tragen.

Abbildung: 136

So sollte die Platine nach der Montage der IC's aussehen.



TTL-IC's zur Adressde-
codierung

Speicher-IC's, hier im Bild
handelt es sich um 32 KB x 1 Bit
Typen, mit der Endziffer 4

eingebauten 74 LS 157 befinden sich drei Lötstellen in einer Reihe, die miteinander durch einen weißen Markierungsstrich verbunden sind.

*** 32 KB Speicher-ICs mit der letzten Ziffer " 3 " .

Legen Sie eine Drahtbrücke von der Mitte, gekennzeichnet durch " M " zum Lötspunkt " NL 3 " .

*** 32 KB Speicher-ICs mit der letzten Ziffer " 4 " .

Legen Sie eine Drahtbrücke von der Mitte, gekennzeichnet durch " M " , zum Lötspunkt " NL 4 " .

*** 64 KB Speicher-ICs

Hier ist es gleichgültig, ob Sie die Drahtbrücke von der Mitte nach links oder rechts legen. Aber Vorsicht, keinesfalls dürfen Sie eine Verbindung der beiden äußeren Anschlüsse durchführen. In diesem Fall würde der Rechner zerstört werden.

```
*****
* 10. ANSCHLUSSARBEIT *
* Für den I S S U E 3 *
*****
```

Besitzen Sie einen Spektrum der Modellserie 3, so sind insgesamt zwei Drahtbrücken zu legen.

Auf der Rechnerplatine finden Sie zwischen der Anschlußbuchse und der Hohlbuchse der Spannungsversorgung mehrere Lötstellen, die mit einem weißen Strich verbunden sind. Hierzu beachten Sie bitte das Foto der Abbildung 138.

*** 32 KB Speicher-ICs mit der letzten Ziffer " 3 " .

Verbinden Sie die Lötstellen miteinander, die mit " TI " gekennzeichnet sind.

Legen Sie eine Drahtbrücke zwischen den Lötäugen, die mit " 3 " gekennzeichnet sind.

*** 32 KB Speicher-ICs mit der letzten Ziffer " 4 ".
Verbinden Sie die Lötstellen miteinander, die mit " TI " gekennzeichnet sind.
Legen Sie eine Drahtbrücke zwischen den Lötäugen, die mit " 4 " gekennzeichnet sind.

Hiermit ist auch die Modellserie 3 auf 48 KB umgerüstet.

Abbildung: 137

Lötbrücke für die 48 KB Speichererweiterung beim I S S U E 2



von Ihnen eingebauter
Decoderbaustein

Hier ist die Drahtbrücke
zu legen

***** PUNKT 11 *****

Der Punkt 11 beinhaltet abschließende Arbeiten für beide Modellserien, ISSUE 2 und 3.

Schrauben Sie das Unterteil des Rechners wieder zu. Danach stecken Sie vorsichtig die beiden Tastaturkabel wieder in die Fassungen und drücken die Anschlußdrähte vorsichtig mit einer Pinzette oder Flachzange wieder fest.

Schrauben Sie Ihren Rechner noch nicht zu !

Schließen Sie alle Anschlußkabel sowie die Stromversorgung wieder an und geben folgendes Programm ein:

```
10 LET a=PEEK 23732 ^ (PEEK 23733) * 256
11 IF a NE 65535 THEN GOTO 14
12 PRINT " ZUSATZSPEICHER IN ORDNUNG "
13 STOP
14 PRINT " ZUSATZSPEICHER FEHLERHAFT "
```

Erhalten Sie das gewünschte Ergebnis, so können Sie Ihren Rechner endgültig zuschrauben und mit 65535 haben Sie als höchste Adresse einen um 32 KB größeren RAM - Bereich. Im anderen Fall kontrollieren Sie nochmals die richtige Einbaulage der ICs und der Drahtbrücken.

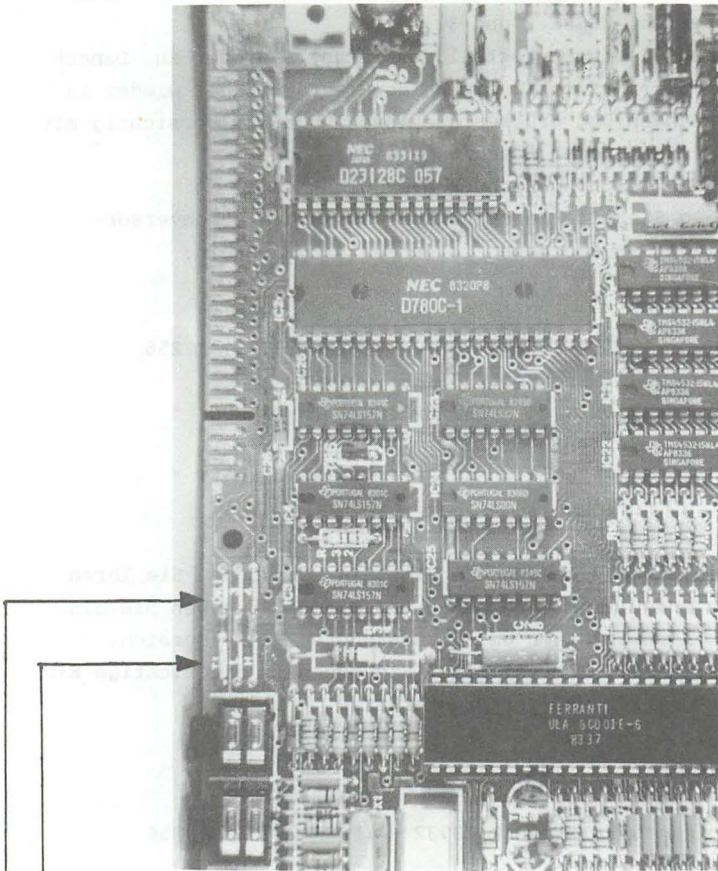
Geben Sie dann ein:

```
10 PRINT PEEK 23732 + (PEEK 23733) * 256
```

Erscheint nun eine Zahl zwischen 32768 und 65535 so haben Sie mit Sicherheit die Lötbrücke falsch herumgelegt.

Abbildung: 138

Lötbrücken für die Speichererweiterung beim ISSUE 3



1. Zuerst ist die TI-Lötbrücke zu legen
2. Dann je nach Speicher-Typ die Lötbrücke 3 oder 4

Anmerkung:

Wenn Sie 64 KB IC's verwenden, ist es gleichgültig, welche Brücke Sie legen 3 oder 4, die TI Brücke ist in jedem Fall zu legen.

20. 80 KB SPEICHERERWEITERUNG

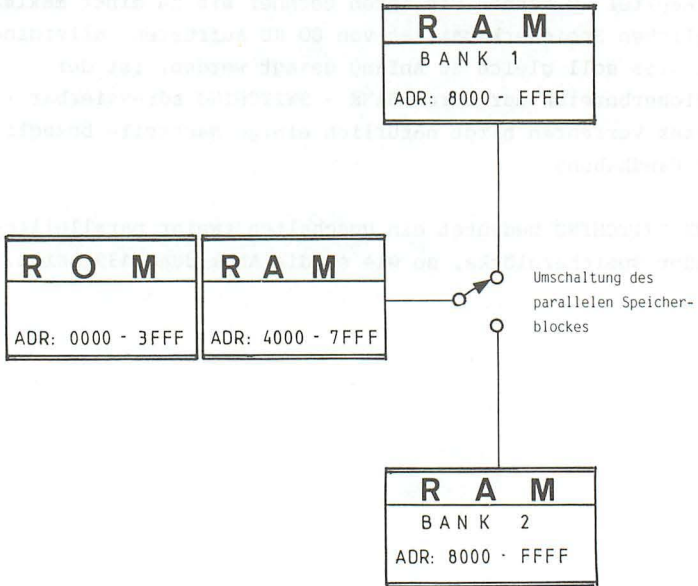
Für die meisten ist eine Speicherkapazität von 16 KB oder durch Aufrüsten auf 48 KB sicherlich ausreichend, da es in der Praxis wohl kaum Programme für den Spektrum gibt, die diesen Rahmen sprengen.

Im Kapitel 20 können Sie Ihren Rechner bis zu einer maximal möglichen Speicherkapazität von 80 KB aufrüsten, allerdings, und dies soll gleich zu Anfang gesagt werden, ist der Speicherbereich nur durch BANK - SWITCHING adressierbar ! Dieses Verfahren birgt natürlich einige Nachteile bezüglich der Handhabung.

BANK SWITCHING bedeutet ein Umschalten zweier parallelliegender Speicherblöcke, so wie es die Abbildung 139 zeigt.

Abbildung: 139

BANK - SWITCHING Verfahren bei der 80 KB Speicheraufrüstung



Der Spektrum ist adressmäßig nicht in der Lage, die beiden höchsten 32 KB RAM - Bereiche (8000 - FFFF hex.) gleichzeitig zu adressieren. Der Anwender muß durch Umschalten der Speicherblöcke selbst entscheiden, welchen 32 KB - Block er ansprechen möchte.

In der einschlägigen Literatur finden sich zahlreiche Hinweise, wie sich das BANK SWITCHING am zweckmäßigsten realisieren läßt. Die hier vorgestellte Art ist nicht die komfortabelste, aber sicherlich die einfachste, da sie mit einem mechanischen Schalter realisiert wurde.

Wie Sie bereits im vorhergehenden Kapitel erfahren haben, ist der Rechner zur Aufnahme von " unterschiedlichen " 32 - KB-Chips vorbereitet.

Sie haben auch bereits gelesen, daß diese Speicherbausteine nichts anderes sind, als teildefekte 64 KB - Typen, bei denen entweder der obere oder untere Block ausgefallen ist.

Desweiteren wurden bei der 48 KB Aufrüstung verschiedene Drahtbrücken gelegt, je nach Speicherblock bzw. der letzten Ziffer der ICs.

Wenn Sie nun diese Verbindungen wechselseitig umschalten könnten , so wären beide Speicherblöcke nutzbar, vorausgesetzt, Sie haben sich bei der 48 KB Aufrüstung schon für die 64 KB - Bausteine entschieden.

Sollte dies nicht der Fall sein, so müßten Sie sich zuerst 8 dynamische RAMs mit 64 KB x 1 Bit besorgen. Eine mögliche Typenauswahl wurde Ihnen bereits im Kapitel 19 vorgestellt.

Prinzipiell sind alle gängigen 64 KB - Typen verwendbar. Bei manchen Typen , z.B. dem 8265, liegt auf dem Pin 1 der Anschluß des Auto Refresh. Diese ICs können Sie nur dann einsetzen, wenn Sie diesen Pin nach oben ablegen. Bei allen anderen ist der Anschluß 1 unbelegt (= NC, Not connected).

Für die Speicheraufrüstung auf 80 KB sind wiederum ver-

Abbildung: 140

Verdrahtungsplan zur 80 KB Aufrüstung beim ISSUE 2

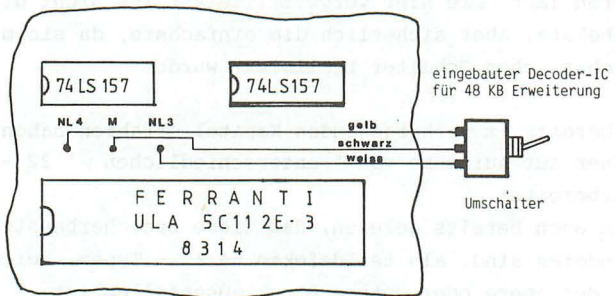
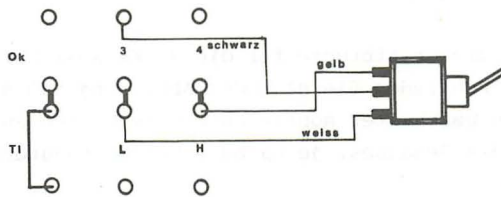


Abbildung: 141

Vergrößerung aus der Abbildung für die Verdrahtung der
Speicherumschaltung beim I S S U E 3



schiedene Lötarbeiten notwendig, die sich je nach Modellserie 2 oder 3 voneinander unterscheiden.

Die Punkte 1 - 5 der 48 KB Aufrüstung sind auch hier zu beachten. Neben den acht erforderlichen Speicherbausteinen besorgen Sie sich im Elektronikfachhandel noch einen kleinen 1 x UM Schalter. Dieser sollte unbedingt ein Qualitätsprodukt und möglichst prellfrei sein. Zusätzlich benötigen Sie noch ca. 15 cm. 3 - adrige flexible Litze, am besten in den Farben schwarz, gelb und weiß.

Speicheraufrüstung auf 80 KB für den I S S U E 2

Entfernen Sie die Drahtbrücke für die 48 KB Speichererweiterung und schließen Sie nach der Abbildung 140 die Drähte an. Den Umschalter montieren Sie am besten auf die rechte Seite des Gehäuses, je nachdem welche Baugröße der Schalter aufweist.

Anschließend entfernen Sie die 32 KB Speicherbausteine aus den Fassungen und setzen stattdessen die 64 KB Typen ein. Schrauben Sie den Rechner wieder provisorisch zu, so wie es für die 48 KB Erweiterung beschrieben wurde.

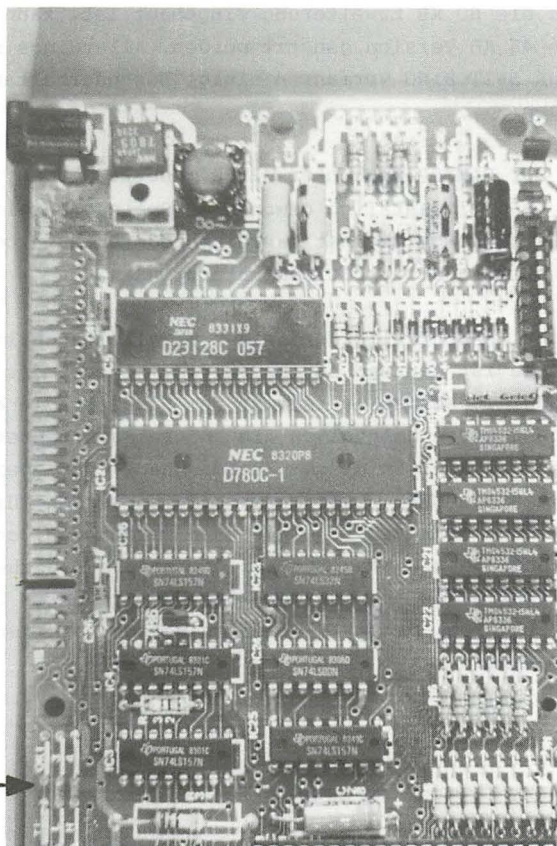
Speichererweiterung auf 80 KB für den I S S U E 3

Auch hier sind die entsprechenden Punkte für das Öffnen des Rechners aus dem vorhergehenden Kapitel zu berücksichtigen. Betrachten Sie hierzu nochmals das Foto der Abbildung 142. Die Drahtbrücke " TI " verbleibt an ihrem Platz. An den beiden anderen Anschlüssen entfernen Sie die vorhandene Drahtbrücke.

Schließen Sie nun das Kabel so an, wie es die Skizze der Abbildung 141 zeigt. Kontrollieren Sie zum Abschluß nochmals die Lötverbindungen. Die eventuell vorhandenen Speicherbausteine von 32 KB x 1 Bit müssen Sie gegen

Abbildung: 142

I S S U E 3 Speichererweiterung auf 80 KB



An dieser Stelle sind die Verbindungen anzuschließen, wobei die TI-Brücke nicht gelöst werden darf. Beachten Sie die Abbildung , die Ihnen diesen Ausschnitt nochmals mit der Verdrahtung zeigt.

64 KB x 1 Bit austauschen. Schließen Sie den Rechner wieder an, so wie es für die 48 KB Erweiterung beschrieben wurde.

Nachdem die 80 KB Erweiterung eingebaut ist, kann sie genau wie die 48 KB Version genutzt werden. Allerdings sind durch das BANK SWITCHING Verfahren einige Besonderheiten zu berücksichtigen:

- Der RAMTOP muß unter 32768 gesetzt werden.
- In dem zusätzlich gewonnenen Speicherbereich lassen sich ausgezeichnet Maschinencoderoutinen oder bestimmte Hilfsroutinen unterbringen.

Die Funktionskontrolle der beiden parallelgeschalteten Speicherblöcke ist genauso durchzuführen, wie bei der 48 KB Erweiterung, indem man zuerst mit dem Schalter die eine und anschließend durch Umschalten die andere Bank testet.

Beachten Sie aber in diesem Zusammenhang, daß zuerst beide Seiten mit dem NEW - Befehl durchlaufen werden müssen und anschließend CLEAR 32767 eingegeben werden muß, sonst stürzt Ihr Rechner beim Umschalten auf die andere Speicherbank ab. In der Praxis hat es sich gezeigt, daß Sie unter Umständen den NEW - Befehl mehrmals eingeben müssen, bis der Spektrum ihn akzeptiert hat.

*Kompliziert /
nicht zuverlässig
wie macht die CPU (TAPEL / STACK)
was wo ist ?*

21. MONITOR ANSCHLUSS

Leider ist es nicht möglich, einen Monitor direkt an den Spektrum anzuschließen. Da aber seit geraumer Zeit Monitore relativ preiswert im Fachhandel erhältlich sind und auch die Darstellung wesentlich besser als auf einem gewöhnlichen Fernseher ist, spielen sicherlich einige der Leser mit dem Gedanken, sich ein solches Gerät anzuschaffen. Dieses Kapitel soll Ihnen zeigen, daß es mit geringem Aufwand möglich ist, am Spektrum einen Monitoranschluß anzubringen.

Aber auch Fernsehgeräte mit einem speziellen Monitoranschluß können über diese Schaltung betrieben werden und die Schärfe des Bildes wird jeden überzeugen. Die vorgestellte Erweiterung kostet weniger als 10,-- DM und alle Bauteile werden sich sicherlich in der Bastelkiste finden.

Wenn Sie die Schaltung der Abbildung 143 betrachten, so werden Sie feststellen, daß diese nur aus drei Bauelementen besteht, zwei Widerstände und ein Transistor.

Zunächst öffnen Sie den Rechner, wobei Sie wiederum genauso vorgehen, wie es bei der 48 KB Speicheraufrüstung beschrieben wurde. Am äußersten Rand befindet sich ein kleines Blechkästchen, worin sich der Modulator befindet. Das Innenleben sehen Sie in der Abbildung 144. Aber für den Monitoranschluß brauchen Sie den Modulator nicht zu öffnen. Die wenigen Bauelemente werden direkt am Gehäuse von außen angebracht. Achten Sie darauf, daß die Verbindung Emitter mit den beiden Widerständen nicht das Gehäuse berührt. Umkleben Sie gegebenenfalls alle blanken Stellen mit Isolierband. Die Masseverbindung des Widerstandes R1 entnehmen Sie direkt dem Modulatorgehäuse. Der Transistor, bei dem Sie jeden Standard

Abbildung: 143
Schaltung des Monitoranschlusses

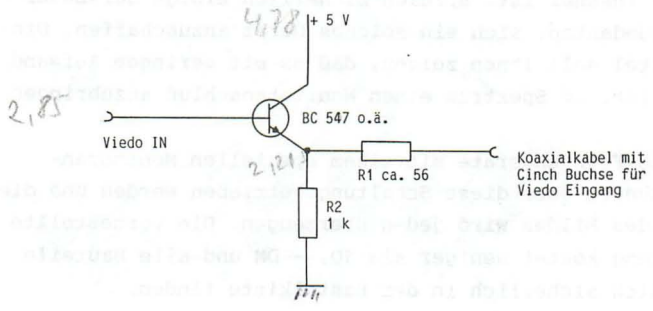
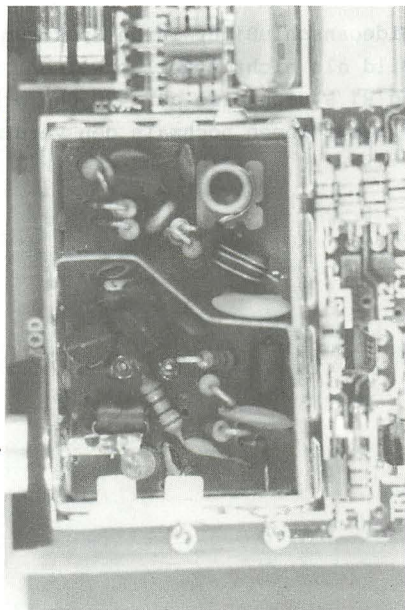


Abbildung: 144

Der geöffnete Modulator des ZX Spektrum

TV-BL →



↑
" a "

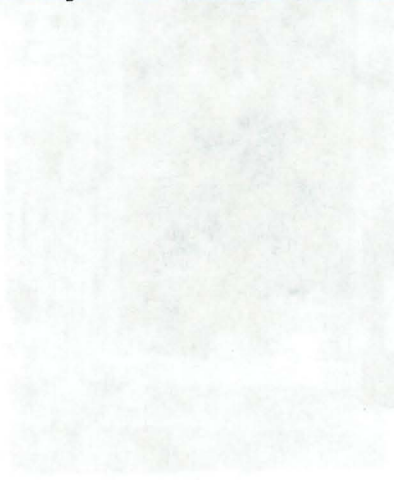
Ausicht von oben

NPN - Typ wählen können, wird mit dem Kollektor an $\hat{5}$ Volt gelegt und mit der Basis an den Video - Eingang des Modulators; dieses ist der linke Eingangspin.

Zum Abschluß muß auf der Rückwand des Spektrums ein kleines Loch gebohrt werden, durch das Sie das Koaxkabel des Videoanschlusses durchführen. Am Kabelende bringen Sie eine CINCH - Buchse an. Verwenden Sie in jedem Fall Koaxialkabel, um Störeinflüsse zu vermeiden.

Beim internen Anschluß ist das Kabelgeflecht mit der Masse, d.h. mit dem Modulatorgehäuse fest verbunden. Der innere Draht des Koaxkabels wird am Widerstand R1 angelötet.

Hiermit ist der Videoanschluß für Ihren Spektrum fertig. Sollte sich das Bild als nicht stabil erweisen, so können Sie den Widerstand R1 stufenweise auf 470 Ohm erhöhen. Die Abbildung 145 zeigt Ihnen nochmals den Verdrahtungsplan.

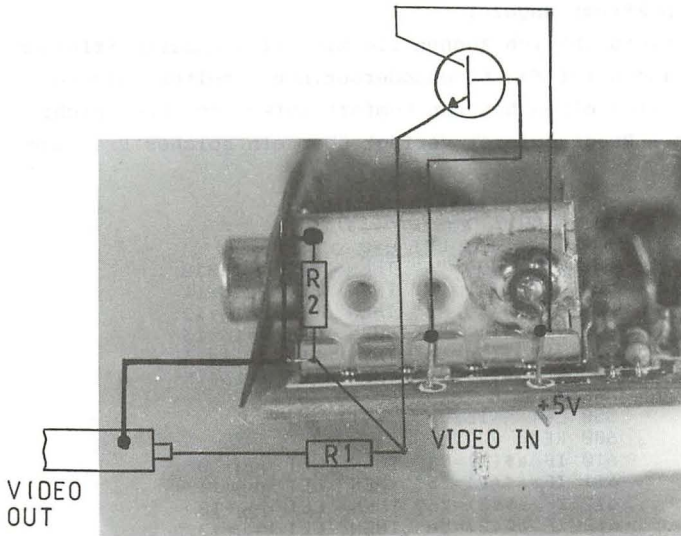


Widerstand R1

ABBILDUNG: 145

Verdrahtung der Bauteile zum Videoausgang

= Ansicht von der Seite ("a")



22. ERFASSUNGSPROGRAMM FÜR MASCHINENCODEROUTINEN

Da sich bei den Hardwareergänzungen einige Maschinenprogramme befinden, wird Ihnen im letzten Kapitel ein kleines Hilfsprogramm vorgestellt, damit Sie diese Routinen etwas leichter erfassen können.

Für jedes Programm müssen Sie die Zeile 500 ändern und zwar in die Anfangs- und Endadresse des zu erfassenden Programms. Sie erhalten zur Eingabe dann eine fortlaufende Anzeige bis zum Ende des Programms. Die Adresse wird dezimal eingegeben, anschließend der Hex - Code und als letzte Information erhalten Sie den entsprechenden Wert aus der Code - Tabelle des Spektrums angezeigt.

Selbstverständlich können Sie mit allen anderen Erfassungsprogrammen für Maschinencoderoutinen arbeiten, die auch sicherlich einen höheren Komfort aufweisen. Aber nicht jeder Basic - Programmierer verfügt über ein solches Programm.

```
500 FOR c =61440 TO 61960
510 INPUT "adr = ";a$
520 LET x=0: LET y=0
530 IF a$(1)="a" THEN LET x=16*10
531 IF a$(1)="b" THEN LET x=16*11
532 IF a$(1)="c" THEN LET x=16*12
533 IF a$(1)="d" THEN LET x=16*13
534 IF a$(1)="e" THEN LET x=16*14
535 IF a$(1)="f" THEN LET x=16*15
540 IF x>0 THEN GO TO 600
550 LET x=16*VAL a$(1)
600 REM
610 IF a$(2)="a" THEN LET y=y+10
611 IF a$(2)="b" THEN LET y=y+11
612 IF a$(2)="c" THEN LET y=y+12
613 IF a$(2)="d" THEN LET y=y+13
614 IF a$(2)="e" THEN LET y=y+14
615 IF a$(2)="f" THEN LET y=y+15
620 IF y>0 THEN GO TO 690
630 LET y=VAL a$(2)
690 LET x=x+y
700 PRINT c;" ";a$;" ";x
710 POKE c,x
720 NEXT c
```

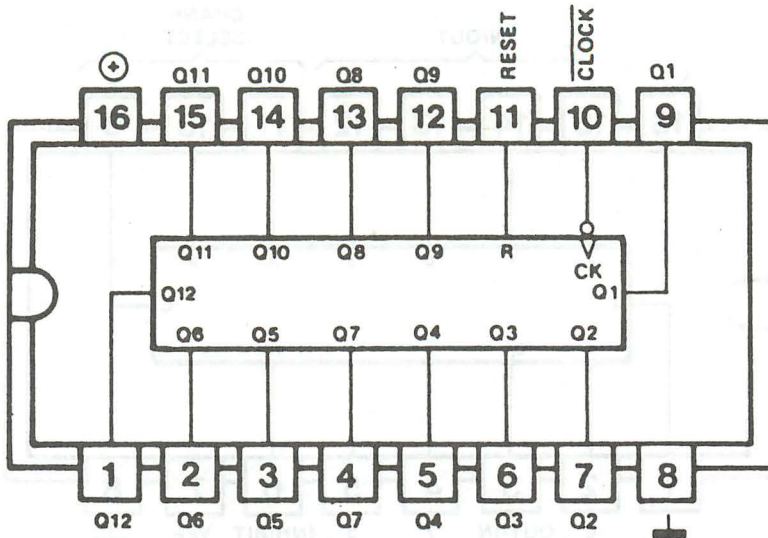
Bezugsquellenverzeichnis

Alle in diesem Buch beschriebenen Hardware - Erweiterungen für den ZX - Spektrum einschließlich der erforderlichen Software können Sie als Leerplatine, Bausatz oder Fertiggerät beziehen bei:

R. & A. BALTES
Nordring 60
662 Völklingen

Literaturhinweise

1. SINCLAIR SPEKTRUM Handbuch
2. Z80 Interface-Technik und Anwendung; E.A. Nichols, J.C. Nichols. P.E. Rony; Elektor Verlag Gangelt, ISBN 3-921608-17-1
3. Programmierung des Z80; R.Zaks, Sybex Verlag Düsseldorf, ISBN 3-88745-006
4. 8255 Programmable Peripheral Interface; National Semiconductor, Dez. 1976; Nr. 426305326-001A, Printed in USA
5. SC 01, Speech Synthesizer Data Sheet; Votrax-Michigan, 48084, Printed in USA 1980
6. Signetics Integrierte Analog Schaltungen 1979 VALVO Handbuch, 1979
7. INTEL Data Catalog 1976
8. Datenverarbeitung mit Mikroprozessoren, Teil 1 Hardware, B. Richard, Hanser Verlag München 1983 ISBN 3-446-13887-0
9. Integrierte Linear Schaltungen RCA, Nr. SSD-201 A, CA 3059
10. Siemens Schaltbeispiele 1978-79, Siemens München
11. Siemens Datenbuch Integrierte Schaltungen für die Unterhaltungselektronik, 1980-81, Siemens München
12. Siemens Schaltbeispiele 1980-81
13. TTL- Taschenbuch Teil1 und 2, IWT Verlag Vaterstetten ISBN 3-88-322-008-6
14. Sprachsynthesizer MEA 8000, Applikation TI 840123; Valvo Technische Informationen, Valvo Hamburg
15. 4116, 16 KB dynamisches RAM, Applikation H-L4105-A KI 8007, Sept. 1978, Mitsubishi-Elekt, Ratingen
16. Ferranti Semiconductors A-D Converter ZN 427 E-8,J-8, Ferranti Issue 1, 1982
17. Der Commodore 64 und der Rest der Welt, Brückmann, Data Becker Verlag, Düsseldorf, ISBN 3-89011-015-0
18. Valvo professionelle integrierte Spezialschaltungen, Datenbuch, Valvo Hamburg, ISBN 3-87095-166-4

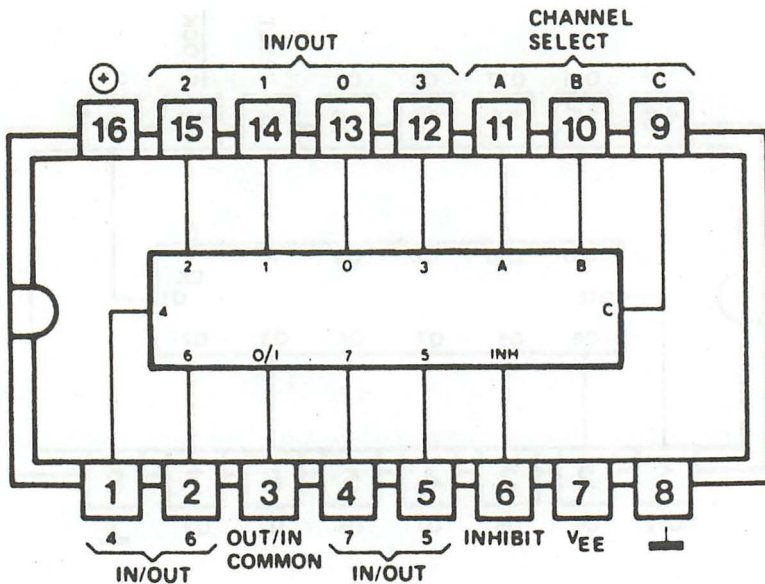


4 0 4 0
 =====

AUFBAU: Asynchroner 12 - stufiger Binärzähler

ARBEITSWEISE:

Beim Wechsel des Taktes von der positiven zur negativen Flanke zählt dieser Baustein eine Stelle weiter. An den Ausgängen Q1-Q12 steht der Zählwert zur Verfügung, solange der RESET-Anschluß mit der Masse verbunden bleibt. Beim Anlegen eines H-Pegels gehen alle Ausgänge auf Null zurück.



4 0 5 1
 =====

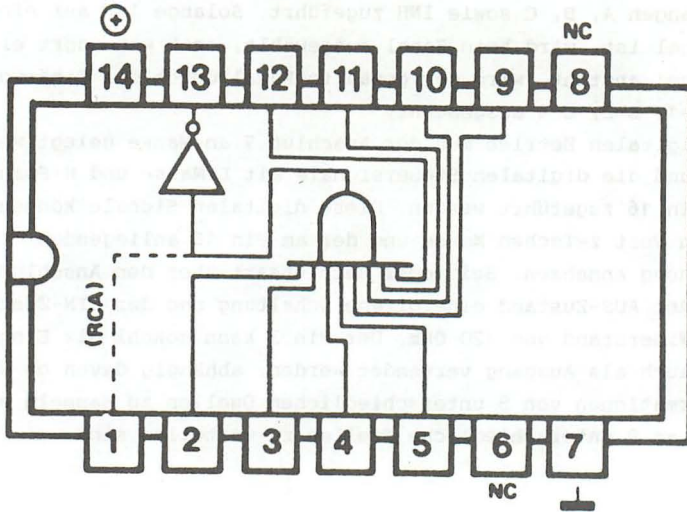
AUFBAU: 1 aus 8 Multiplexer oder Demultiplexer

ARBEITSWEISE:

Der 4051 ist ein digital gesteuertes Analogschalter, der im leitenden Zustand eine äußerst niedrige Impedanz aufweist. Die Steuerung analoger Signale bis zu 15Vss kann durch digitale Signale mit einer Amplitude von 3 bis 15 Volt erfolgen. Im analogen Betrieb werden -5 Volt dem Pin 7 und digitale Steuersignale mit "L" = Masse und "H" = +5 Volt den

Eingängen A, B, C sowie INH zugeführt. Solange INH auf einem H-Pegel ist, wird kein Kanal ausgewählt, erst wenn dort ein L-Pegel ansteht, wird der gewählte Kanal durch das Binärwort an A=1, B=2, C=4 ausgesucht.

Im digitalen Betrieb muß der Anschluß 7 an Masse gelegt werden und die digitalen Steuersignale mit L=Masse und H=Spannung an Pin 16 zugeführt werden. Diese digitalen Signale können jeden Wert zwischen Masse und der am Pin 16 anliegenden Spannung annehmen. Bei jeder Betriebsart über den Anschluß 7 ist der AUS-Zustand eine offene Schaltung und der EIN-Zustand ein Widerstand von 120 Ohm. Der Pin 3 kann sowohl als Eingang, wie auch als Ausgang verwendet werden, abhängig davon ob die Informationen von 8 unterschiedlichen Quellen zu sammeln sind oder an 8 unterschiedliche Stellen zu verteilen sind.



4 0 6 8

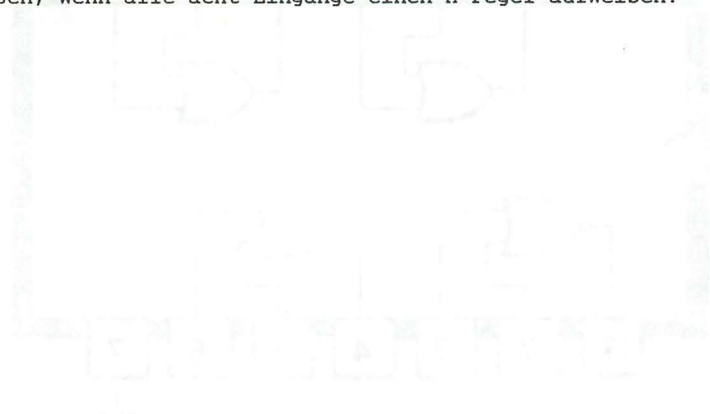
=====

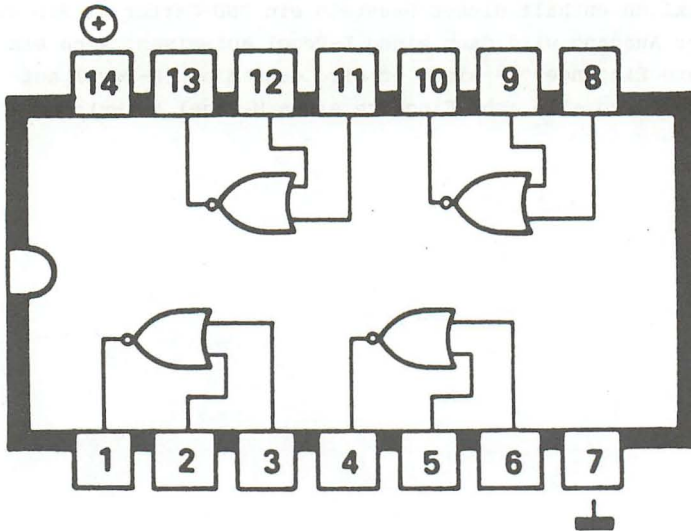
AUFBAU: Ein NAND - GATTER mit 8 Eingängen und 1 Ausgang

ARBEITSWEISE:

Bei einem NAND-Gatter führt der Ausgang dann ein L-Signal, wenn an allen Eingängen ein H-Signal anliegt. Der Ausgang führt dann ein H-Signal, wenn an einem Eingang ein L-Signal anliegt. Der 4068 ist ein langsamer Baustein und sollte nicht bei Anwendungen eingesetzt werden, bei denen es auf Geschwindigkeit ankommt.

Zusätzlich enthält dieser Baustein ein UND-Gatter am Pin 1.
Dieser Ausgang wird dann einen L-Pegel aufweisen, wenn ein oder
mehrere Eingänge "L" sind, er wird dann einen H-Pegel auf-
weisen, wenn alle acht Eingänge einen H-Pegel aufweisen.



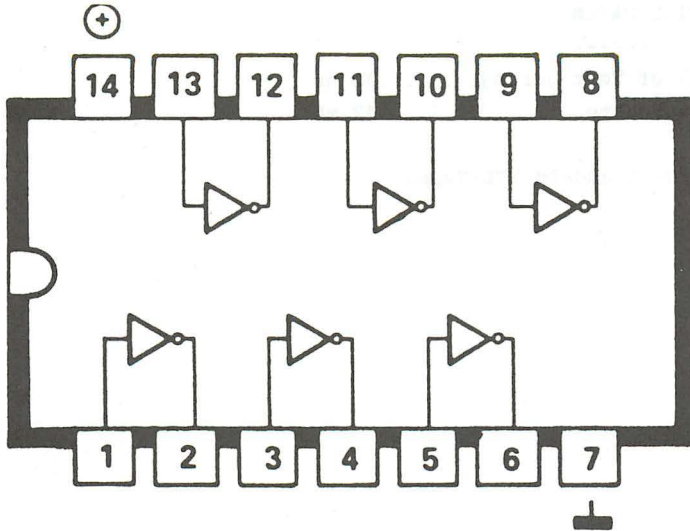


7 4 0 2
 =====

AUFBAU: 4 getrennte NOR - Gatter mit je 2 Eingängen

ARBEITSWEISE:

Jedes der 4 Gatter kann unabhängig voneinander eingesetzt werden. Bei einem NOR-Gatter führt der Ausgang nur dann einen H-Pegel, wenn an allen Eingängen ein L-Pegel anliegt. Liegt an einem der Eingänge ein H-Pegel an, so führt der entsprechende Ausgang ein L-Pegel.



7 4 0 4
 =====

AUFBAU: 6 getrennte Inverter

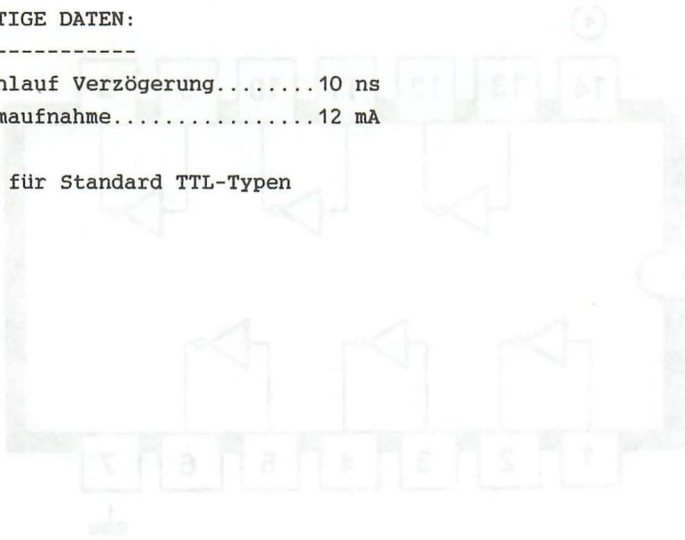
ARBEITSWEISE:

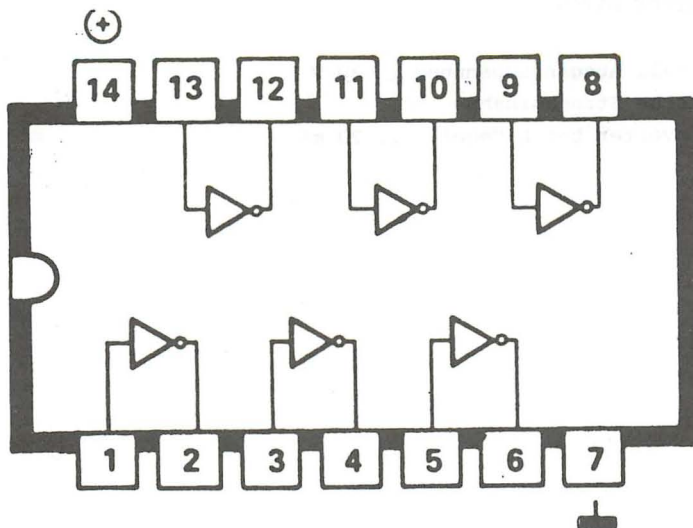
Alle 6 Inverter können unabhängig voneinander verwendet werden. Bei jedem Inverter gilt, wenn der Eingang an einem H-Pegel liegt, so führt der entsprechende Ausgang einen L-Pegel und umgekehrt.

WICHTIGE DATEN:

Durchlauf Verzögerung.....10 ns
Stromaufnahme.....12 mA

gilt für Standard TTL-Typen





7 4 0 6

=====

AUFBAU: 6 invertierende Treiberstufen mit offenem
----- Kollektorausgang

ARBEITSWEISE:

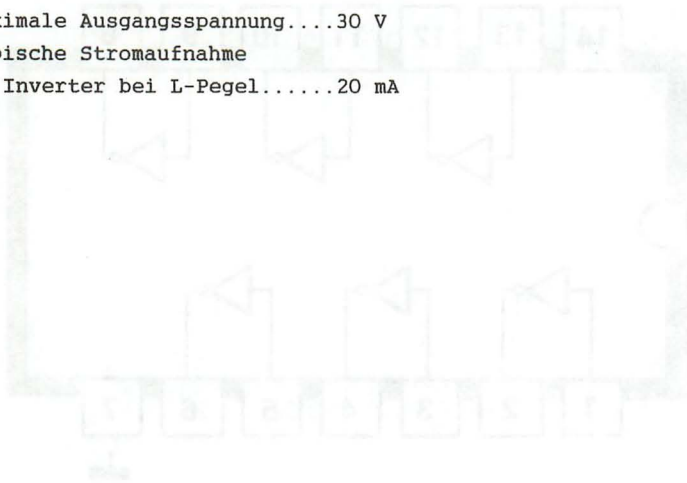
Alle Inverter können unabhängig voneinander verwendet werden. Bei jedem Inverter ergibt ein L-Pegel am Eingang einen H-Pegel am Ausgang und umgekehrt. Zu beachten ist allerdings, daß der Ausgang nur dann einen H-Pegel führt, wenn ein externer Widerstand vom Ausgang an die positive Betriebsspannung gelegt wird.

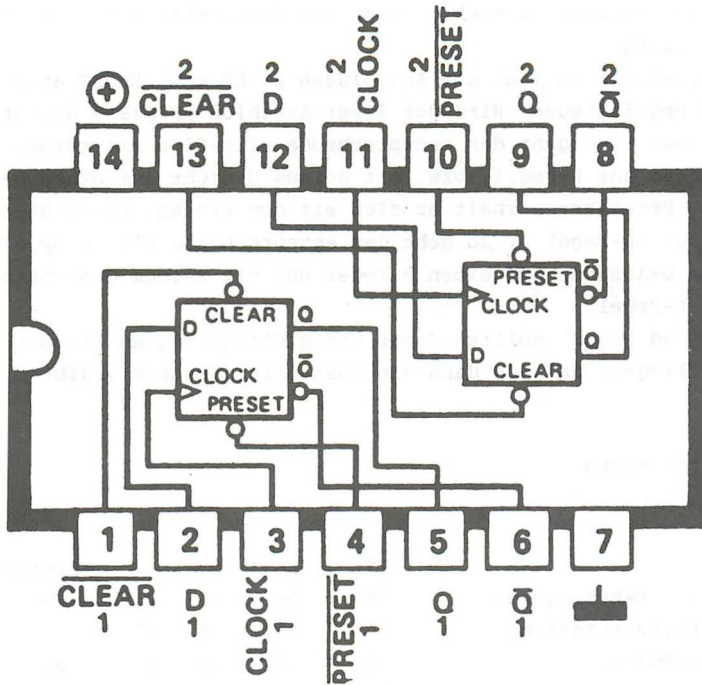
WICHTIGE DATEN:

maximale Ausgangsspannung....30 V

typische Stromaufnahme

je Inverter bei L-Pegel.....20 mA





7 4 7 4
 =====

AUFBAU: 2 D-Flip-Flop mit Löschen und Voreinstellung

ARBEITSWEISE:

Beide Flip-Flops können unabhängig voneinander verwendet werden. Ändert sich der Pegel am Takteingang (1-Clock oder 2-Clock) von einem "L" auf einen H-Pegel, so wird die an dem entsprechenden D-Eingang (1D bzw. 2D) anliegende Information zum Ausgang Q und invertiert zum Ausgang Q-nicht weitergeleitet.

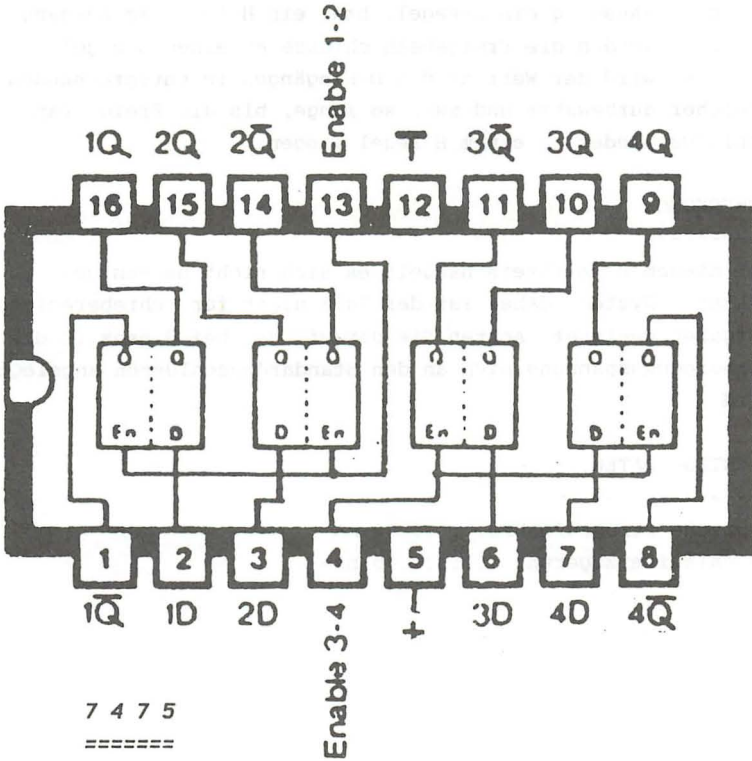
Der 7474 reagiert ausschließlich auf die positive Flanke am Takteingang.

Im Normalfall sollten die Anschlüsse RESET und PRESET an einem H-Pegel liegen. Wird der Reset-Anschluß an Masse gelegt, (L-Pegel) so geht das entsprechende Flip-Flop mit seinem Q-Ausgang auf L-Pegel, bzw. mit seinem Q-nicht auf einen H-Pegel. Umgekehrt verhält es sich mit dem Preset. Liegt dieser an Masse (L-Pegel), so geht das entsprechende Flip-Flop mit seinem Q-Ausgang auf einen H-Pegel und mit seinem Q-nicht auf einen L-Pegel.

RESET und PRESET sollten daher nie gleichzeitig an einem L-Pegel liegen, da sich dann ein instabiler Zustand ergibt.

WICHTIGE DATEN:

	TTL	LS	S	L	Einheit
minimale Taktfrequenz	15	25	75	2,5	MHz
Durchlaufverzögerung	17	29	6	65	ns
Stromaufnahme	16	4	30	2	mA



AUFBAU: 4 bistabile Speicherelemente (Flip-Flop) in
 ----- 2 x 2 Bit Form

ARBEITSWEISE:

Dieser IC enthält 4 Flip-Flops, die mit dem Taktimpuls, Anschluß 13 und 4, in die beiden stabilen Zustände gesteuert werden. Liegen die Freigabeanschlüsse (Enable) an einem H-Pegel, so verhalten sich die Ausgänge Q und Q-nicht entsprechend den vorliegenden Eingangspegel, d.h. auf einen L-Pegel an einem der D-Eingänge erscheint an dem dazuge-

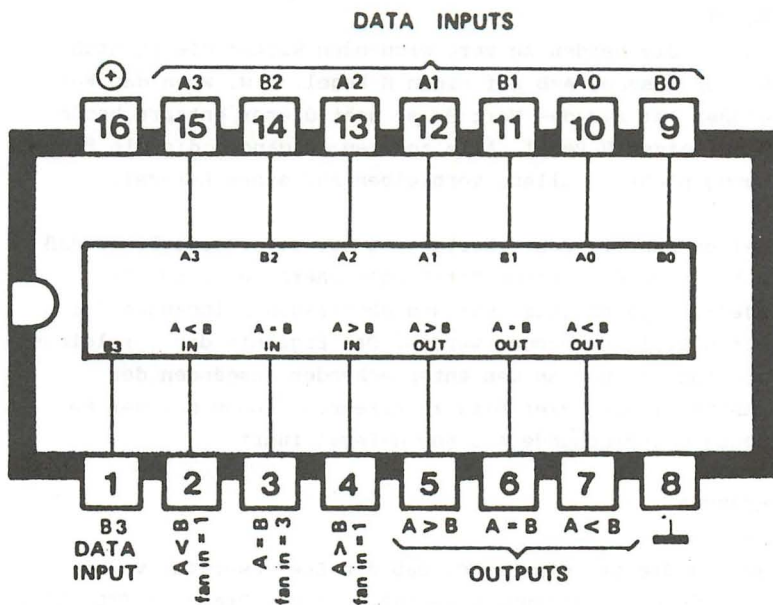
hörigen Q-Ausgang ein L-Pegel, bzw. ein H-Pegel am Ausgang Q-nicht. Werden die Freigabeanschlüsse an einen L-Pegel gelegt, so wird der Wert an den D-Eingängen im entsprechenden Speicher aufbewahrt und zwar so lange, bis die Freigabeanschlüsse wieder an einem H-Pegel liegen.

ANMERKUNG:

Bei diesem Schaltkreis handelt es sich nicht um ein getaktetes System, daher ist der 7475 nicht für Schieberegisteraufgaben geeignet. Achten Sie darauf, daß bei diesem IC die Versorgungsspannung nicht an den Standardanschlüssen angelegt wird.

WICHTIGE DATEN:

typische Stromaufnahme.....32 mA
Durchlaufverzögerung.....15 ns



7 4 8 5
 =====

AUFBAU: 4 Bit Vergleicher (Komparator)

ARBEITSWEISE:

Der 7485 vergleicht zwei 4 Bit Worte und zeigt an, ob sie gleich groß sind, oder welches von beiden größer ist. Die beiden zu vergleichenden Wörter werden den Eingängen A0-A3 und B0-B3 zugeführt. Sind nur 4 Bit Worte zu vergleichen, so ist der Übertragungsanschluß A=B an einen H-Pegel gelegt und die Anschlüsse A kleiner B, sowie A größer B an einen

L-Pegel.

Sind nun die beiden zu vergleichenden Wörter gleich groß, so geht der Ausgang A=B auf einen H-Pegel, bzw. wenn das Wort A größer ist als das Wort B, so geht dieser entsprechende Pin auf einen H-Pegel. Alle anderen Ausgänge, die die Bedingung nicht erfüllen, verbleiben auf einem L-Pegel.

Arbeitet man mit 8 Bit Worten, so ist es erforderlich, daß die Ausgänge des ersten Bit-Vergleichers, es sind die niederwertigsten Bits, mit den Übertragungseingängen der zweiten Stufe verbunden werden. Das Ergebnis der Vergleichsoperation ist nun an den entsprechenden Ausgängen der höchstwertigsten vier Bits zu erkennen, indem der der Bedingung entsprechende Ausgang H-Pegel führt.

ANMERKUNG:

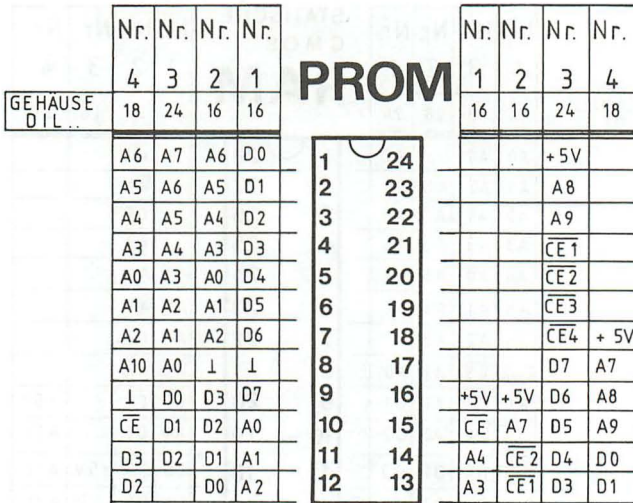
Beachten Sie bei diesem IC, daß die Low-Power (L) Version eine andere Pinbelegung aufweist, als die Standard-TTL, LS-, Version.

ABBILDUNG : 155

				STATISCHE CMOS RAM								
				Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	Nr.	
				4	3	2	1	1	2	3	4	
GEHÄUSE DIL.	20	18	28	24	24	28	18	20				
	A0	A6	frei	A7	1	28		+5V				
	A1	A5	A12	A6	2	27		\overline{WE}				
	A2	A4	A7	A5	3	26		CE				
	A3	A3	A6	A4	4	25		A8				
	A4	A0	A5	A3	5	24		+5V A9				
	A5	A1	A4	A2	6	23		A8 A11				
	A6	A2	A3	A1	7	22		A9 \overline{OE}				
	D _{aus}	\overline{CS}	A2	A0	8	21		\overline{WE} A10				
	\overline{WE}	\perp	A1	D1	9	20		OE \overline{CE}		+5V		
	\perp	\overline{WE}	A0	D2	10	19		A10 D8			A13	
	\overline{CS}	D4	D1	D3	11	18		CS D7	+5V	A12		
	D _{ein}	D3	D2	\perp	12	17		D8 D6	A7	A11		
	A7	D2	D3	D4	13	16		D7 D5	A8	A10		
	A8	D1	\perp	D5	14	15		D6 D4	A9	A9		

ORANISAT.	TYPEN				Nr.
2048x 8 Bit	5116	5117	6116	6117	1
8192x 8 Bit	5188	5564	5565		2
1024x 4 Bit	2114				3
16384x1 Bit	6167				4

D1 - D8, D_{ein} - D_{aus} = Daten Ein-Ausgänge; OE = Output Enable
 CS = Chip Select; WE = Write Enable; CE = Chip Enable
 A0 - A12 = Adresseingänge



ORGANIS.	TYPEN	Nr.
32x8 Bit	74S188 74S288 82S23 82S123	1
256x4 Bit	74S287* 74S387** 82S27* 82S126** 82S129*	2
1024x8 Bit	25088 25089 82S180 82S181	3
2098x4 Bit	25084** 25085* 82S184** 82S185*	4

* = Tri-State ** = Open Collector

2	2	2	2	2
7	7	7	7	7
2	1	6	3	1
5	2	4	3	6
6	8		A	
V _{pp}	V _{pp}	V _{pp}		
A12	A12	A12		
A7	A7	A7	A7	A7
A6	A6	A6	A6	A6
A5	A5	A5	A5	A5
A4	A4	A4	A4	A4
A3	A3	A3	A3	A3
A2	A2	A2	A2	A2
A1	A1	A1	A1	A1
A0	A0	A0	A0	A0
00	00	00	00	00
01	01	01	01	01
02	02	02	02	02
1	1	1	1	1

1	28
2	27
3	26
4	25
5	24
6	23
7	22
8	21
9	20
10	19
11	18
12	17
13	16
14	15

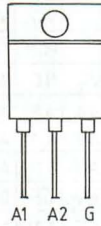
2	2	2	2	2
7	7	7	7	7
1	3	6	1	2
6	2	4	8	5
	A			6
		V _{CC}	V _{CC}	V _{CC}
		PGM	PGM	A14
V _{CC}	V _{CC}	NC	A13	A13
A8	A8	A8	A8	A8
A9	A9	A9	A9	A9
V _{pp}	A11	A11	A11	A11
OE	OE-V _p	OE	OE	OE
A10	A10	A10	A10	A10
CE	CE	CE	CE	CE
07	07	07	07	07
06	06	06	06	06
05	05	05	05	05
04	04	04	04	04
03	03	03	03	03

ABBILDUNG: 157

ANSCHLUSSBELEGUNG DER WICHTIGSTEN EPROM's

158

TRIACS



TO 220
GEHÄUSE

TYP	Spannung		max. Strom		Hersteller
TIC 226D	400	V	8	A	TIX
BS 7-04A	400	V	6	A	BBC
BS 9-04A	400	V	8	A	BBC
BS10-04A	400	V	10	A	BBC
T 2500 D	400	V	6	A	RCA
T 2800 D-M	400-600V		8	A	RCA
TW8N 400	400	V	16	A	AEG
TIC 246 D	400	V	16	A	TIX
TIC 263 D	400	V	25	A	TIX
TIC 253 D	400	V	20	A	TIX

Herstellerverzeichnis

Im folgenden finden Sie die Anschriften der wichtigsten Halbleiterhersteller. Wenn Sie besondere Fragen haben oder sich noch näher über bestimmte Bauteile informieren wollen, so schreiben Sie die Hersteller direkt an, und zwar die Abteilung " Produkt Service "

ANALOG DEVICES
Mozartstraße 17
8000 München 2

PLESSY
Thalkirchnerstr. 74
8000 München 2

FAIRCHILD
Daimlerstraße 15
8046 Garching-Hochbrück

RCA
Justus v. Liebig Ring 10
2085 Quickborn

FERRANTI GMBH
Widenmayerstraße 5
8000 München 2

SIEMENS
Balanstraße 73
8000 München 80

GENERAL INSTRUMENTS
Nordendstraße 3
8000 München 40

SGS ATEs Neumüller Elektronik
Eschenstraße 2
8021 Taufkirchen

INTERMETALL
Hans Bunte Str. 19
7800 Freiburg

TELEFUNKEN
Postfach 1109
71 Heilbronn

INTERSIL
Oberauerstraße 15
8000 München 70

TEXAS INSTRUMENTS
Haggertystraße 1
8050 Freising

MOTOROLA
Münchenerstraße 18
8043 Unterföhring

VALVO
Buchardtstr. 19
2000 Hamburg 1

NATIONAL SEMICONDUCTOR
Industriestraße 10
8080 Fürstenfeldbruck

ZILOG (Kontron-Elektronik)
Oskar v. Müller Str. 1
8051 Esching

THOMSON CF

Fallstraße 42
8000 München 70

ROCKWELL DEVICES
Fraunhoferstr. 11 a
8033 München-Martinsried

HITACHI
Königsallee 6
4000 Düsseldorf

AMI
Rosenheimerstr. 30
8000 München 80

AMD
Rosenheimerstr. 139
8000 München 80

MITSUBISHI
Karl Rudolf Str. 178
4000 Düsseldorf

INTEL
Seidelstraße 27
8000 München 2

MOSTEK
Zaunkönigsstraße 18
8012 Ottobrunn

NEC
Harkorstraße 15
4000 Düsseldorf 1

HARRIS
Einsteinstraße 127
8000 München 80

FUJITSU
Lyoner Str. 44
6000 Frankfurt 71

TOSHIBA
Hammer Landstr. 115
4040 Neuss

OKI
Emanuel Leutze Str. 8
4000 Düsseldorf 11

SYNERTEK
Oskar v. Miller Ring 29
8000 München 2

DAS STEHT DRIN:

ZX-Spectrum-Hardwareerweiterungen ist ein hochinteressantes Buch für jeden Hobbyelektroniker mit vielen Ideen, wie man den ZX-Spectrum erweitern kann. Natürlich mit zahlreichen Schaltplänen und Platinenlayouts.

Aus dem Inhalt:

- Parallel-In-Out-Interface (PIO)
- Soundbox für den Spectrum
- Externer NF-Verstärker mit Klangregelung
- Spectrum-Anschluß zur Stereoanlage
- Schnittstellen
- Analog-Digital-Wandler
- Universelle Sprachausgabe
- 220-Volt-Schalteinheiten
- EPROM-Programmierboard
- EPROM-Programmiernetzteil
- Universeller Adreßdecoder
- 48-KB-Speichererweiterung
- 80-KB-Speichererweiterung
- Video-Ausgang für den Spectrum
- Erfassungsprogramm für die Maschinencoderoutinen

UND GESCHRIEBEN HAT DIESES BUCH:

Lothar Schüssler ist Diplom-Betriebswirt und die Begeisterung für Elektronik und Microcomputer ist bei ihm mehr als ein Hobby. Sein besonderes Interesse gilt der Sprachausgabe.

ISBN 3-89011-063-0