

# Die Verwendung des PPI 8255 an einem 6502 System APPLE II

## Die Verwendung des PPI 8255 an einem 6502 System APPLE II

Der PPI (Programmable Peripheral Interface) 8255 ist ein Baustein aus der Mikroprozessorfamilie 80/85. Er läßt sich dennoch sehr leicht an eine 6502 CPU anschließen.

Er besitzt 3 Tore A, B und C mit jeweils 8 Ein-/Ausgangsleitungen. Diese 24 Leitungen sind in 2 Gruppen A und B aufgeteilt. Zur Gruppe A gehören die 8 Leitungen des Tores A und die oberen 4 Bit des Tores C. Zur Gruppe B gehört das Tor B und die unteren 4 Bit des Tores C. Der Baustein kann in 3 verschiedenen Betriebsarten verwendet werden.

**Betriebsart 0** ist die normale Verwendung der Tore als Ein- oder Ausgänge.

In der **Betriebsart 1** (strobed input/output) werden nur die Tore A und B verwendet. Die Leitungen des Tores C sind dann Steuerleitungen für die Datenein- oder ausgabe.

In der **Betriebsart 2** wird das Tor A zur bidirektionalen Datenübertragung verwendet. Über 6 Steuerleitungen des Tores C wird festgelegt,

ob Daten eingegeben oder ausgegeben werden. Diese 3 Betriebsarten werden durch Schreiben eines Steuerwortes in ein Register festgelegt. Darauf werden wir gleich näher eingehen.

## Anschluß an den APPLE-Bus

Zuerst soll der Anschluß des Bausteins an den APPLE-Bus gezeigt werden. (Abbildung 1).

Die 80/85 Microprozessorfamilie besitzt für das Schreiben und Lesen 2 Eingänge  $\overline{RD}$  und  $\overline{WR}$ , während die 6502 CPU nur ein  $R/\overline{W}$ -Signal liefert.

Diese beiden Signale werden mit einem 74LS00 NAND-Gatter aus dem  $R/\overline{W}$  und dem  $\phi$  0-Takt des 6502 Prozessors erzeugt. Beim Betrieb des Bausteins am APPLE II Computer hat sich gezeigt, daß das  $\overline{CS}$ -Signal nicht direkt vom  $\overline{DEV.SEL}$  angesteuert werden kann. Die positive Rückflanke vom  $\overline{DEV.SEL}$  muß etwas (50 ns–100 ns) verzögert werden. Bei anderen 6502-Systemen (z.B. OHIO C1P) war dies nicht notwendig.

Diese Verzögerung wird durch ein RC-Glied, eingeschaltet zwischen 2 UND-Gattern, er-

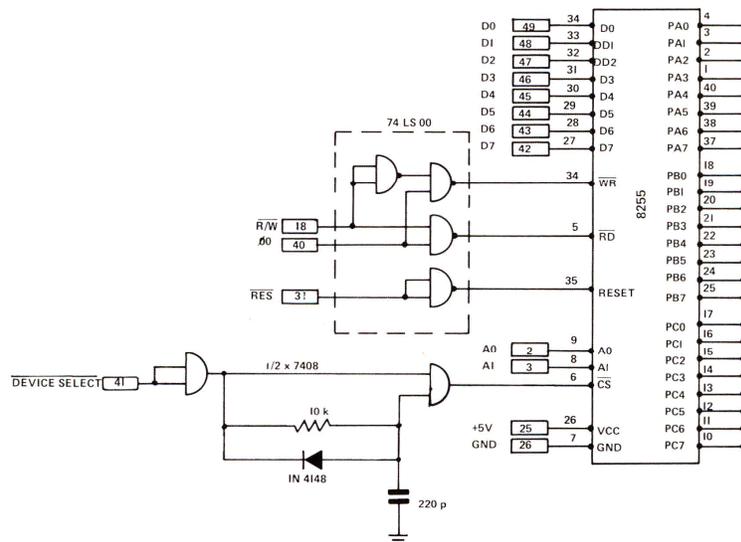


Abb. 1

Anschluß des 8255 an den APPLE II

reicht. Bei der negativen Vorderflanke des DEV.SEL wird der Kondensator schnell über die Diode entladen, so daß nur die positive Rückflanke verzögert wird.

**Betriebsart 0 (Mode 0)**

Die Abbildung 2 zeigt die Adressen der Tore und des Steuerregisters. Wenn ein Tor als Ausgang festgelegt ist, dann können nur STORE-Befehle, oder, wenn es ein Eingang ist, nur LOAD-Befehle ausgeführt werden.

CS	WR	RD	A0	A1	FUNCTION
0	1	0	0	0	READ PORT A
0	1	0	0	1	READ PORT B
0	1	0	1	0	READ PORT C
0	0	1	0	0	WRITE PORT A
0	0	1	0	1	WRITE PORT B
0	0	1	1	0	WRITE PORT C
0	0	1	1	1	WRITE CTRL.REG.
1	X	X	X	X	DATA BUS 3-STATE
0	1	0	1	1	ILLEGAL CONDITION
0	1	1	X	X	DATA BUS 3-STATE

Abb. 2: Adressen der Tore und des Steuerregisters

Der PPI 8255 verhält sich somit grundsätzlich anders als zum Beispiel der 6522. Bausteine aus der 6502 Microprocessorfamilie verhalten sich wie Speicherzellen. Es können Schreibbefehle oder Increment/Decrement-Befehle ausgeführt werden. Dies ist bei Verwendung eines 8255 nicht möglich. Wie aus Abbildung 2 weiter hervorgeht, ist das Steuerregister ein Nur-Schreib-Register. Steuerworte können eingeschrieben, nicht aber gelesen werden. Den Aufbau des Kontrollwortes zeigt Abbildung 3: Wenn wir z.B. in der Betriebsart 0 Tor A als Eingang, die Tore B und C als Ausgänge benutzen wollen, so muß das Bitmuster 1001 0000 (90 hex) in das Steuerregister geschrieben werden.

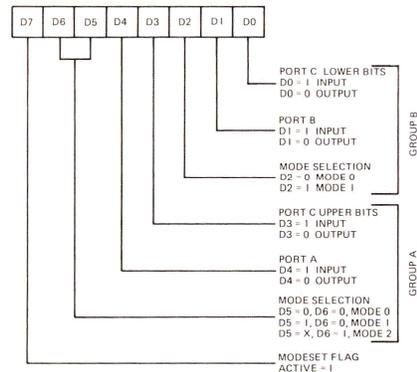


Abbildung 3: Aufbau des Kontrollwortes

Der 8255 mit seiner Ansteuerung ist auf einer Experimentierkarte aufgebaut und soll über SLOT 4 an den APPLE-Bus angeschlossen sein. Dann haben die Tore und das Register folgende Adressen:

- TORA = \$C0C0 = -16192
- TORB = \$C0C1 = -16191
- TORC = \$C0C2 = -16190
- CTRL = \$C0C3 = -16189

Mit der vorhin festgelegten Definition der Tore können folgende Befehle ausgeführt werden: LDA, LDX, LDY TORA und STA, STX, STY TORB, TORC

In BASIC kann die Festlegung der Ein- und Ausgänge durch einen POKE-Befehl erfolgen.

POKE -16189,144  
setzt TORA zum Eingang und TORB,C zu Ausgängen.

Mit PEEK (-16192)

kann Tor A eingelesen, mit POKE -16191,85 oder POKE -16190,170 können Bitmuster an die Tore Bund C ausgegeben werden.

Während in der Betriebsart 0 die Tore A und B nur insgesamt entweder als Eingang oder als Ausgang programmiert werden können, kann Tor C in 2 4-Bit-Gruppen aufgeteilt werden, wobei jede dieser beiden Gruppen als Eingang oder Ausgang dienen kann. In Abbildung 4 sind für die Betriebsart die 16 Möglichkeiten zur Programmierung der Tore dargestellt.

D7	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0	PORT A	PORT B	PORT CL	PORT CU	HEX
1	0	0	0	0	0	0	0	OUT	OUT	OUT	OUT	80
1	0	0	0	0	0	0	1	OUT	OUT	IN	OUT	81
1	0	0	0	0	0	1	0	OUT	IN	OUT	OUT	82
1	0	0	0	0	0	1	1	OUT	IN	IN	OUT	83
1	0	0	0	1	0	0	0	OUT	OUT	OUT	IN	88
1	0	0	0	1	0	0	1	OUT	OUT	IN	IN	89
1	0	0	0	1	0	1	0	OUT	IN	OUT	IN	8A
1	0	0	0	1	0	1	1	OUT	IN	IN	IN	8B
1	0	0	1	0	0	0	0	IN	OUT	OUT	OUT	90
1	0	0	1	0	0	0	1	IN	OUT	IN	OUT	91
1	0	0	1	0	0	1	0	IN	IN	OUT	OUT	92
1	0	0	1	0	0	1	1	IN	IN	IN	OUT	93
1	0	0	1	1	0	0	0	IN	OUT	OUT	IN	98
1	0	0	1	1	0	0	1	IN	OUT	IN	IN	99
1	0	0	1	1	0	1	0	IN	IN	OUT	IN	9A
1	0	0	1	1	0	1	1	IN	IN	IN	IN	9B

Abbildung 4: Festlegung der Tore als Ein- oder Ausgänge in Betriebsart 0

Nach dem Einschalten oder nach Betätigen der RESET-Taste sind alle Tore als Eingänge geschaltet. Weiter ist zu beachten, daß durch das Einschreiben des Steuerwortes in das Register alle Tore neu gesetzt werden.

Hat man z. B. ein Bitmuster an Tor B und C aus-

gegeben und schaltet man dann Tor A auf Ausgang um, so werden die Ausgangspeicher der Ausgangstore gelöscht. Es erscheint somit eine Null an den Ausgängen von B und C. Das ausgegebene Bitmuster bleibt nicht erhalten, sondern wird gelöscht.

Das Steuerregister kann aber auch noch für eine andere Aufgabe verwendet werden. Die Bit des Tores C können einzeln gesetzt oder rückgesetzt werden. Den Aufbau des Steuerwortes zeigt Abbildung 5.

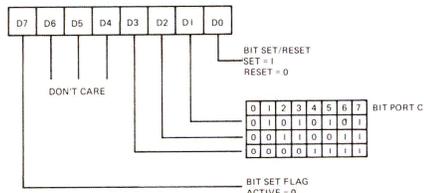


Abbildung 5: Setzen der Bits von Tor C

Bit 7 des Steuerwortes ist hier immer Null. Mit den beiden Befehlen

```
LDA # %0000 1111
STA CTRL
```

wird Bit 7 von Tor C auf "1" gesetzt. Dies erscheint aber erst am Ausgang, wenn Tor C auch als Ausgang geschaltet ist. Das Rücksetzen erfolgt dann mit

```
LDA # %0000 1110
STA CTRL
```

Die beiden Befehle wiederum in BASIC

```
POKE -16189,15 PC7 = 1
POKE -16189,14 PC7 = 0
```

### Betriebsart 1 (Mode 1)

In dieser Betriebsart können die Tore A und B als Eingangs- oder Ausgangstore benutzt werden. Die Leitungen von Tor C werden dabei für Steuerzwecke verwendet, wobei die 3 Bit PC3-PC5 für das Tor A und die 3 Bit PC0-PC2 für das Tor B zuständig sind. In Abbildung 6 sind das Kontrollwort und Anschlüsse für die Dateneingabe in Tor A dargestellt.

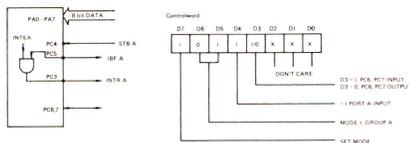


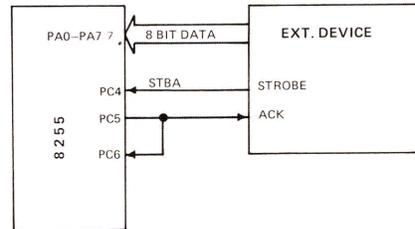
Abbildung 6: Betriebsart 1, Tor A Eingang

Das Steuerwort ist B8. Damit ist für die Gruppe

A (Tor A und oberes Bit vom Tor C) die Betriebsart 1 angewählt, Tor A und PC6, PC7 als Eingänge programmiert.

Durch einen negativen Impuls auf der Leitung STBA werden die am Tor A anliegenden Daten in den Eingangsspeicher geschrieben. Dabei wird die IBFA-Leitung (Input Full) auf "1" gesetzt. Erfolgt nun eine Leseoperation auf das Tor A, so werden die Daten in den Rechner übernommen und dabei die IBFA-Leitung wieder auf Null gesetzt.

Mit dem folgenden Programm (Abbildung 7) können Daten von einem externen Gerät über den 8255 in den Rechner übernommen werden. Die IBFA-Leitung (PC5) wird mit PC6 verbunden. Das externe Gerät könnte z.B. ein voll dekodiertes Tastenfeld oder ein Lochstreifenleser sein. Im Programm wird zuerst die Betriebsart gesetzt und dabei PC6 und PC7 als Eingänge geschaltet.



```
0800 1 DCM "PR#1"
0800 2 ;
0800 3 ;
0800 4 ;*****
0800 5 ;*
0800 6 ;* DATENEINGABE UEBER TORA *
0800 7 ;* MODE 1 DES PPI 8255 *
0800 8 ;*
0800 9 ;*****
0800 10 ;
0800 11 ;
0800 12 TORA EQU %C0C0
0800 13 TORC EQU %C0C2
0800 14 CTRL EQU %C0C3
0800 15 MEM EQU %1000
0800 16 ;
0800 17 ;
0800 A9B8 18 DATIN LDA #B8 ; BETRIEBSART 1
0802 BDC3C0 19 STA CTRL
0805 ADC2C0 20 M LDA TORC
0808 2940 21 AND #%01000000
080A F0F9 22 BEQ M
080C ADC0C0 23 LDA TORA
080F 8D0110 24 STA MEM
0812 60 25 RTS
0813 26 ;
0813 27 END
```

\*\*\*\*\* END OF ASSEMBLY

Abbildung 7: Dateneingabe über Tor A Programm

PC5 und damit PC6 werden dann 1, wenn an PC4 ein negativer Strobe-Impuls vom externen Gerät abgegeben wird. Solange wartet das Programm in der Warteschleife, Programmzeile 20 bis 22. Dann wird das Tor eingelesen und damit PC5 zurückgesetzt. Dies wird als ACK-Signal an das Tastenfeld oder den Lochstreifenleser übergeben.

Vor der Beschreibung der Interrupterzeugung soll noch die Datenausgabe vom Tor A an ein externes Gerät gezeigt werden.

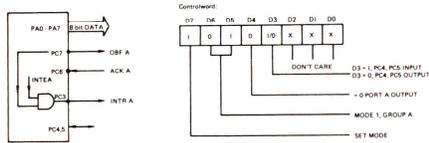


Abbildung 8: Betriebsart 1 Tor A Ausgang

Abbildung 8 zeigt die verwendeten Leitungen und das Kontrollwort. Die Zusammenschaltung mit einem Drucker zeigt Abbildung 9. Das Kontrollwort ist A0. Erfolgt nun ein Storebefehl auf den 8255 (STA, STX, STY) so wird die OBFA-Leitung auf Null gesetzt und somit dem Drucker angezeigt, daß Daten am Tor A anliegen.

Dieses OBFA-Signal wird erst dann wieder zurückgesetzt, wenn vom Drucker über die ACK Leitung ein negativer Impuls an PC6 angelangt.

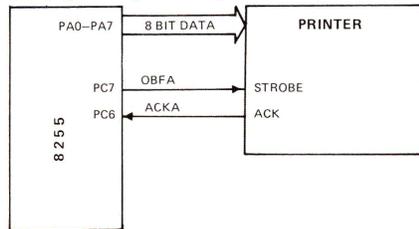


Abbildung 9: Datenausgabe über Tor A

```

0800      1      DCM "PR#1"
0800      2      ;
0800      3      ;
0800      4      ;*****
0800      5      ;*
0800      6      ;* DATENAUSGABE UEBER TORA *
0800      7      ;* MODE 1 DES PPI 8255 *
0800      8      ;*
0800      9      ;*****
0800     10      ;
0800     11      ;
0800     12      TORA EQU SCOC0
0800     13      TORC EQU SCOC2
0800     14      CTRL EQU SCOC3
0800     15      MEM EQU $1000
0800     16      ;
0800     17      ;
0800     18      DATOUT LDA #A0          ; BETRIEBSART 1
0802     19      STA CTRL
0805     20      LDA MEM
0808     21      STA TORA
080B     22      M      LDA TORC
080E     23      AND #0100000
0810     24      BNE M
0812     25      RTS
0813     26      ;
          27      END

```

\*\*\*\*\* END OF ASSEMBLY

Bei beiden Programmen, Dateneingabe und Datenausgabe, wartet der Rechner in einer Schleife, bis neue Daten anliegen oder ausgegeben werden. Der Rechner kann in dieser Zeit keine anderen Aufgaben erledigen. Dies kann man mit einer Interruptsteuerung vermeiden. Der Baustein besitzt für die Tore A und B ein internes Flip-Flop INTEA bzw. INTEB, das eine Programmunterbrechung ermöglicht. An der Interruptleitung

INTRA (PC3) (Abb. 6) wird dann ein positiver Impuls abgegeben, wenn folgende Bedingung (für Dateneingabe) erfüllt ist. INTRA ist 1, wenn STBA = 1, IBFA = 1 und INTEA = 1 ist.

Das Interrupt-Flip-Flop INTEA wird durch PC4 gesetzt. Das beeinflusst aber nicht die STBA-Leitung. Nach einem negativen Impuls auf der STBA-Leitung wird IBFA gesetzt und somit dem 8255 angezeigt, daß Daten von einem externen Gerät anliegen. Ist jetzt INTEA = 1, so wird über INTRA ein Interrupt ausgelöst. Soll dieses Interrupt im 6502 System verwendet werden, so muß der INTRA-Impuls invertiert werden. Ein LOAD-Befehl setzt die Signale wieder zurück. Das Impulsdigramm für die Auslösung der Interrupts zeigt Abbildung 10.

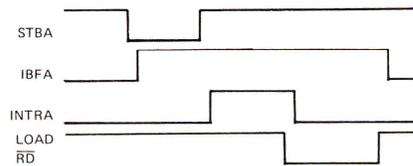


Abbildung 10: Impulsdigramm für Dateneingabe

Für die Datenein- und ausgabe über das Tor B gelten die gleichen Bedingungen. Bei der Dateneingabe ist das Kontrollwort 86, STBB=PC2 IBFB=PC1 und INTRB=PC0. Bei der Datenausgabe ist das Kontrollwort 84, OBFB=PC1, ACKB=PC2 und INTRB = PC0.

Das INTEB-Flip-Flop wird durch PC2 gesetzt.

### Betriebsart 2

In dieser Betriebsart kann nur das Tor A verwendet werden. Dabei wird dieses Tor für bidirektionalen Datenaustausch verwendet. Die Steuerung des Tores erfolgt über die Leitungen PC3 bis PC7 (Abb. 11). Wenn keine Daten anliegen, sind die Leitungen PA0-PA7 tri-state-Ausgänge.

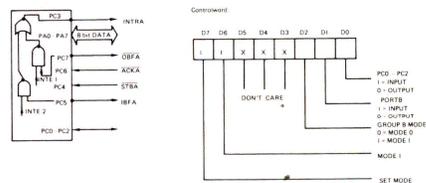


Abb. 11: Betriebsart 2, Tor A Ein- und Ausgang

Ein negatives Signal an ACKA setzt diese Leitung auf Ausgang und Daten können somit ausgegeben werden. Dagegen setzt ein negatives Signal auf STBA die Leitungen auf Eingang und

Daten werden in den Baustein übernommen. Die IBFA und OBFA-Leitungen verhalten sich genauso wie in der Betriebsart 1. Sie zeigen also an, ob Daten eingegeben sind und der Rechner sie übernehmen kann (IBFA=1) oder der Rechner Daten an den Baustein weitergegeben hat. (OBFA = 0).

Das Tor B kann dabei in der Betriebsart 0 oder 1 zusätzlich betrieben werden. Somit ergeben sich für diesen Baustein eine Vielfalt von Anwendungsmöglichkeiten.

E. Flögel

Literatur: INTEL Component Data Catalog 1980

**SOFTWARE**  
ECKHARDT UND SCHAAL GMBH

**Software für Commodore-Computer**

nur für professionellen kommerziellen Einsatz

Finanzbuchhaltung  
Lagerwirtschaft  
Auftragsabwicklung  
Karteiverwaltung  
Zahlreiche Branchen-Pakete  
Individuelle Anpassungen  
und BASIC-COMPILER

Bitte fragen Sie an  
ECKHARDT UND SCHAAL GMBH  
Zweigertstr. 12, 4300 Essen 1  
Tel. 02 01/77 30 53-54

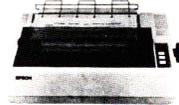
**Rechnersystem CS-2000**  
Das preisgünstigste Rechnersystem für Profis und OEMs.



**computer shop**  
D-7778 Markdorf Tel. 07544 / 35 750  
Mangoldstraße 10 Telex 734 628 msb  
Wir stellen aus: Halle 2, Stand 2405  
**SIS SYSTEMS 81** München 19.-23. Okt. '81

Anzeigenschluß für das  
Januar-Heft  
ist der 23. 11. 1981

**NEU Epson**



**MX-80**  
**MX-80 F/T**  
**MX-82 mit Vollgraphic**  
40-132 Zeichen/Zeile, 80 Z./Sek.  
**MX-100**  
40-233 Zeichen/Zeile, 80 Z./Sek.  
bidirektionaler Druck mit Druckwegoptimierung, geräuscharm  
alle Standard-Interfaces lieferbar

**SHARP PC-1211**  
Basic-Taschencomputer  
Option: Drucker, Kassettenschnittstelle

**SHARP MZ-80 K**  
Tischcomputer mit Bildschirm  
Kassettenrecorder und Basic-Interpreter  
erweiterbar, Systemsoftware

**SCHWIND DATENTECHNIK G.M.B.H.**  
Ebenböckstr. 4, D-8000 München 60  
Tel.: (089) 8 34 97 16, Telex: 05-213 097

**TRS-80 COMPUTERSYSTEME**



Ab DM 100,- Auftragswert erfolgt die Lieferung porto- und verpackungsfrei. Lieferung per Nachnahme oder Vorauszahlung. **Alle Preise incl. MwSt.**

**Zubehör für Modell III:**  
Disk Kit bestehend aus:  
Double Density Controllerkarte, Disketten-gerät, Netzplatine und Betriebssystem mit Handbuch **DM 2295,-** (ohne Einbauladung)  
Disk Kit 2 bestehend aus:  
16K RAM Speicher und Diskettengerät **DM 1195,-** (ohne Einbauladung)  
RS 232c Schnittstelle **DM 329,-**  
Druckerkabel **DM 95,-**  
Staubschutzhülle **DM 16 50**

**TRS-80 Modell III** nur  
• 32K RAM Speicher  
• Level III BASIC  
• Umlaute und Sonderzeichen nur **DM 3295,-**

**TRS-80 Modell III** wie oben aber mit  
• 48K RAM Speicher  
• Double Density Disklaufwerk  
• 128K Byte Speicherplatz nur **DM 5840,-**

**TRS-80 Modell III** wie oben aber mit  
• 2 Double Density Disklaufwerken nur **DM 6995,-**

**TRS-80 Modell III** Computer sind bis uns mit bis zu 2 3/4 M Byte Diskettenspeicherplatz erhältlich (mit 5 25" Disketten!)

**TANDY TRS-80 Mod. I Level II**  
mit 16K RAM, Gross- Kleinschreibung, Monitor und 10er Tastatur **DM 1995,-**

**TRS-80 Modell II:**  
• 80x24 Zeichen Video Display  
• 8" Floppy Disk Laufwerk  
• Zwei 280A CPUs  
• Multuser fähig  
• bis zu 320000 Bytes RAM Speicher  
• zwei RS232c Schnittstellen  
• **DM 9995,-**

Fest-Wechselscheibe mit 10 M Byte fuer TRS-80 Mod. I + II, Apple II, S-100 u. a. incl. Controller **DM 16900,-** incl. MwSt

**Line Printer VI** **DM 2595,-**  
**Line Printer V** **DM 3395,-**

**NEU!!! LINE PRINTER VII**  
Erstmalig können wir unseren Kunden einen Drucker mit diesem Preis-Leistungs-verhältnis anbieten  
Vergleichen Sie: Tractor und Einzelblatt

ternung, 60 Zeichen/Zeile, 91/2 Zoll Arbeitsbreite, durch Einzelpunktmatrix voll Grafik-fähige, serielle und Parallele Schnittstelle nur **DM 995,-**

**Zubehör und Peripheriegeräte:**  
Level II Erweiterung **DM 325,-**  
Expansion Interface mit 32K RAM Speicher **DM 1395,-**  
Mini Disk I, Einheit mit DOS, Manual und 4er Kabel **DM 1250,-**  
Mini Disk 2, 4, Einheit **DM 1150,-**  
Mini Disk II mit 80 Tracks (204K-Byte) **DM 1450,-**  
8 Zoll Disklaufwerk (Double Density) mit Gehäuse und Netzteil **DM 1995,-**  
10er Pak. Mini Disketten BASF Double Density **DM 95,-**  
RS 232c Schnittstelle **DM 289,-**  
Analog/Digital Wandler mit 8 Kanälen zur Messwertfassung, Steuerung von Peripheriegeräten, Sprachsynthese usw. **DM 395,-**  
Sprachprozessor zur Spracherzeugung und Spracherkennung **DM 395,-**  
EPROM Programmer für Ihren TRS-80! Liest und schreibt 2716/2732 EPROM's nur **DM 395,-**  
Digital Port Interface für Input-Output von 8 Bit Daten in decodierte Ports **DM 395,-**  
Grafik Erweiterung zum Anschließen 192x384 Dots **DM 445,-**  
Data Separator für Expansion Interface **DM 99.50**  
Double Density Nachrüstung für Exp. Interface **DM 465,-**  
Adapter zum Anschluss von 8" Laufwerken an Mod. I **DM 285,-**  
DAISY WHEEL Printer II **DM 4895,-**  
PLOTTER/PRINTER für Endlos Papier mit A4 Breite **DM 2895,-**

**Software Hits für TRS-80 Computer:**

	Tape	Disk
API 80 Interpreter	DM 99.50	149.50
Level III BASIC	DM 149,-	149,-
BASIC Compiler	DM 195,-	450,-
COBOL Compiler	DM -	695,-
FORTRAN Compiler	DM -	299.50
MACRO Assembler	DM 129,-	299.50
Editor/Assembler	DM 99.50	109.50
muMAH/muSIMP	DM -	195,-
PASCAL Compiler	DM 99.50	395,-
SCRIPST	DM 174.50	245,-
Textverarbeitung	DM 49.50	148,-
Geschäftsadressprogramm	DM -	139,-
Inventory Control System (deutsche)	DM -	74.50
Warmbedarfsberechnung	DM 49.50	49.50
Microchess	DM 89,-	89,-

**Modell II Software:**  
BASIC Compiler incl. Macro Assembler, Loader u. a. **DM 545,-**  
FORTRAN Compiler incl. Editor, Linking, Loader u. a. **DM 745,-**  
MACRO Assembler incl. Cross Reference, Editor u. a. **DM 525,-**  
COBOL Compiler incl. Editor, Loader u. a. **DM 795,-**  
SCRIPST Textverarbeitungssystem das Masstabe setzt **DM 814.50**  
Database Management System Arbeitet zusammen mit SCRIPST **DM 495,-**  
OASIS Multiuserbetriebssystem **DM 2495,-**

Für unser komplettes Angebot fordern Sie bitte unseren neuen Hard- und Software-katalog an

**FÜSSNER COMPUTERSYSTEME GMBH**  
4440 Rheine, Hörstkamp 7, Tel. 05971/12539 - 4430 Steinfurt, Markt 17, Tel. 02551/2426