

# Inhalt

Vorwort	9	Eingangs- und Ausgangslastfaktoren (fan in, fan out)	64
<b>Kapitel 1</b>		Eingangsspannungen	65
<b>Handwerkliche Grundlagen</b>	15	<b>Kapitel 3</b>	
<b>Kapitel 2</b>		<b>Die Baustufen unseres Mikrocomputers</b>	66
<b>Grundlagen der Digitaltechnik</b>	40	<b>Kapitel 4</b>	
Analogtechnik – Digitaltechnik	40	<b>Das Netzteil (Baugruppe 1)</b>	69
Logische Verknüpfungen	41	Schaltungstechnik	69
Die UND-Verknüpfung (Konjunktion)	43	Hinweise zum Aufbau des Netztes	75
Die ODER-Verknüpfung (Disjunktion)	45	Inbetriebnahme und Prüfung des Netztes	79
Die Negation (NICHT, NOT)	47	<b>Kapitel 5</b>	
Gatterkombinationen	48	<b>Die Busplatte (Baugruppe 2)</b>	81
Das NAND-Gatter	48	Schaltungstechnik	81
Das NOR-Gatter	49	Hinweise zum Aufbau	83
Inverter aus NAND- oder NOR-Gattern	50	Die Prüfung der Busplatte	88
UND aus NAND, ODER aus NOR	50	Ersparnismöglichkeit	89
NAND und NOR als Universalgatter	51	Ein nützliches Hilfsmittel – der Busadapter	90
Das exklusive ODER (EXOR, Antivalenzschaltung)	52	<b>Kapitel 6</b>	
Der Schmitt-Trigger	53	<b>Die Dateneingabe und -anzeige (Baugruppe 3)</b>	93
Das RS-Flip-Flop	54	Das Dualsystem	93
Das getaktete Flip-Flop	56	Die hexadezimale (sedezimale) Schreibweise	95
Das Register	59	Die Unterscheidung der Zahlensysteme	96
Wichtige technische Eigenschaften der TTL-Familien 74XX und 74LSXX	61	Die Rechenregeln	97
Die Betriebsspannung	61	Die Addition	97
Das Zusammenschalten von Bausteinen	61	Die Subtraktion	97
Der Open-Collector-Ausgang	62		
Tri-State-Logik	62		

Die Multiplikation	99	Prüfen des Flip-Flops FF2 für die SCHRITT-Schaltung	138
Die Division	99	Prüfen des Oszillators	138
Schaltungstechnik	100	Prüfen von $\overline{\text{INTREQ}}$ und RESET	139
Die Erzeugung der Nullen und Einsen	100	Prüfen der Datenleitungen	139
Die Anzeige der Nullen und Einsen	100	Prüfen der Adreßleitungen	139
Hinweise zum Aufbau	105	Funktionsprüfung mit dem Prozessor	139
Prüfung des Dateneingabe- und -anzeigebausteins	109	Erste Programmierübungen mit dem Computer	140
Übung von Eingaben	110		

## Kapitel 7

<b>Die CPU-Platte (Baugruppe 4)</b>	111
Die Struktur des 2650 A	111
Das Rechenwerk (ALU)	111
Das Programm-Status-Wort (PSW)	114
Die Arbeitsregister R0, R1, R2, R3 und R1', R2', R3'	117
Das Befehlsadreßregister (IAR)	118
Der Stack	119
Das Operandenadreßregister (OAR)	119
Die Ablaufsteuerung	120
Die Anschlüsse des 2650	120
Die Steuerleitungen	121
Schaltungstechnik	125
Der CLOCK-Oszillator	125
Die Decodierung der Steuersignale $\overline{\text{ADMEM}}$ und $\overline{\text{ADPER}}$	127
Die Erzeugung von $\overline{\text{WRITE}}$	128
Das RESET-Signal	128
Das $\overline{\text{PAUSE}}$ -Signal	129
Das $\overline{\text{INTREQ}}$ -Signal	129
Das $\overline{\text{OPACK}}$ -Signal	129
Die Einzelschrittsteuerung	129
Die Signale $\overline{\text{ADREN}}$ und $\overline{\text{DBUSEN}}$	132
Hinweise zum Aufbau	133
Prüfung der CPU	137
Prüfen der Steuersignale	137
Prüfen des Tastenentprell-Flip-Flops (N5, N6)	138

## Kapitel 8

<b>Die Adreßeingabe und -anzeige (Baugruppe 5)</b>	141
--	-----

## Kapitel 9

<b>Der Speicher (Baugruppe 6)</b>	148
Die Organisation der Speicheradressen	148
Die Zusammenschaltung von Speicherbausteinen	150
Speichertypen	154
Die Struktur von Speicherbausteinen	155
Festwertspeicher	156
Schreib-/Lesespeicher (RAM)	159
Das EAROM	160
Die Schaltung der Speicherplatte	161
Hinweise zum Aufbau	164
Prüfen des Speichers	168
Die Arbeit mit dem Speicher	170
Den Speicher laden	170
Den Speicherinhalt lesen	171
Ein Programm abarbeiten lassen	171

## Kapitel 10

<b>Die Porteinheit (Baugruppe 7)</b>	173
Schaltungstechnik	173
Ein Ausgangsport mit Auffangregister	178
Ein Universaleingangs-/Ausgangsport	179
Weitere Portadressen	181
Hinweise zum Aufbau	182
Prüfung und Inbetriebnahme der Porteinheit	187

<b>Kapitel 11</b>		Die Schaltung der Tastatur	220
<b>Der Analog-Digital-Wandler</b>		Aufbau der Tastatur- und	
<b>(Baugruppe 8)</b>	190	Anzeigeeinheit	225
Schaltungstechnik	190	Aufbau der Anzeigeplatte	225
Digital-Analog-Umwandlung		Aufbau der Grundplatine	227
mit einem		Die Bedienung der Tastatur	234
R-/2R-Widerstandsnetzwerk	190	Beispiel für die Eingabe eines	
Analog-Digital-Wandlung mit		Programms	237
einem R-/2R-			
Widerstandsnetzwerk,			
einem Dualzähler und einem			
Spannungscomparator	193		
Der CLOCK-Oszillator für den			
Zähler	196		
Die Erzeugung des			
Umwandlungsimpulses $\overline{CC}$			
und des			
Speicherübernahme-Impulses E	197		
Die Portschaltung für den			
AD-Wandler	199		
Der Vorverstärker	200		
Die Gesamtschaltung des			
AD-Wandlers	203		
Hinweise zum Aufbau	205		
Inbetriebnahme und Abgleich			
des AD-Wandlers	209		
Vorbereitungen	209		
Die benötigten Bausteine	210		
Der Offsetabgleich von IC 7	210		
Der Offsetabgleich von IC 6	210		
Die Einstellung des			
Grundmeßbereichs	210		
Der Abgleich der übrigen			
Meßbereiche	212		
Die Anwendung des			
AD-Wandlers	212		
<b>Kapitel 12</b>			
<b>Tastatur und Anzeige</b>			
<b>(Baugruppe 9)</b>	213		
Die Anzeigeeinheit	213		
Die Siebensegmentanzeige und			
die Zeichendecodierung	213		
Die Schaltung der			
Anzeigeeinheit	217		
Die Tastatur	219		
Die Arbeitsweise der Tastatur	219		
		<b>Kapitel 13</b>	
		<b>Das Kassetteninterface</b>	240
		Die Arbeitsweise des	
		Kassetteninterfaces	240
		Aufbau und Inbetriebnahme des	
		Kassetteninterfaces	243
		<b>Kapitel 14</b>	
		<b>Programmbeispiele</b>	250
		Allgemeine Hinweise zur	
		Programmierung und	
		Anwendung der Programme	250
		Liste der nutzlosen	
		Monitorroutinen	253
		Vom Monitor benutzte	
		Speicherstellen	254
		440-Hz-Programm zum Abgleich	
		des CLOCK-Oszillators	255
		Portadressierung	256
		Einfache Addition	256
		Einfache Subtraktion	256
		Einfache Multiplikation	257
		Einfache Division	257
		Verkehrsampel 1	258
		Blinklicht	258
		Würfel	259
		Metronom	260
		Lauflicht	260
		Voltmeter mit dualer Anzeige	261
		Denkzeitbegrenzer	261
		Verkehrsampel 2	262
		VU-Meter	263
		Laufschrift	264
		Würfelspiel	265
		Reaktionstest	266
		Stoppuhr	268
		Digitaluhr	270
		HEX-DEZ-HEX-Wandlung	274

HEX-Rechnen	276
DEZ-Rechnen	277
Lottozahlen	279
Morse-Übungsprogramm	281
Voltmeter 2 (3stellig dezimal)	283

## **Anhang 1**

Platinenvorlagen	285
------------------	-----

## **Anhang 2**

Detaillierte Beschreibung des Befehlssatzes des Mikroprozessors 2650	307
--	-----

<b>Literatur</b>	357
------------------	-----

<b>Sachverzeichnis</b>	358
------------------------	-----