

Rudolf Schief

EINFÜHRUNG  
IN DIE  
MIKROPROZESSOREN  
UND  
MIKROCOMPUTER

Am Beispiel der Mikroprozessoren

8080  
8085  
Z80  
8086/8088  
80286 " " ?  
80386/80386 SX  
80486  
PENTIUM / PENTIUM PRO  
MMX - Prozessoren

Fünfzehnte, überarbeitete und erweiterte Auflage

*m* HOCHSCHULE  
"\* LIECHTENSTEIN  
Bibliothek.

ATTEMPTO Verlag  
Tübingen  
GmbH

## Inhaltsverzeichnis

|   |      |     |
|---|------|-----|
| Einleitung  | -' - |     |
| 1) Darstellung von Information durch Bitmuster  |      |     |
| 1.1) Die Begriffe Bit, Byte", Baud  |      |     |
| 1.2) Darstellung von Zahlen durch Bitmuster   |      |     |
| 3) Darstellung von Zeichen durch Bitmuster  |      |     |
| 4) Darstellung von Maschinenbefehlen durch Bitmuster  |      |     |
| 1.5) Beispiel   |      |     |
| 2) Einführung in die Mikrocomputer  |      |     |
| 2.1) Überblick über ein Mikrocomputersystem   |      |     |
| 2.2) Ausführungsformen von Mikroprozessoren   |      |     |
| 2.3) Mikroprozessortypen und Hersteller   |      |     |
| 2.4) Zum Mikroprozessor 8080  |      |     |
| 3) <u>Grobstruktur, eines Mikrocomputers' mit 8080-CPÜ</u>                                    |      |     |
| 3.1) Bus-Struktur   |      |     |
| 3.2) Zentraleinheit   |      |     |
| 3.3) Speicher   |      |     |
| 3.4) Eingabe/Ausgabe-Einheit  |      |     |
| 4) Befehlsablauf im Mikrocomputer   |      |     |
| 4.1) Struktur der Befehle   |      |     |
| 4.2) Ablauf eines Befehlszyklus   |      |     |
| 5) Standard-Aufbau eines 8-Bit-Mikrocomputers mit 8080-Zentraleinheit                         |      |     |
| 5.1) Zentraleinheit   |      |     |
| 5.2) Speicher   |      |     |
| 5.3) Eingabe/Ausgabe-Einheit  |      |     |
| 6) Programm-Abläufe   |      |     |
| 6.1) "Normaler" sequentieller P"rogramm-Ablauf  |      |     |
| • 6.2) Wartezustand   | •    | ^   |
| 6.3) Hold-Zustand   | t    | •.  |
| 6.4) Programm-Sprünge   |      |     |
| 6.5) Unterprogramme   |      |     |
| " 6.6) Programm-Unterbrechungen   |      |     |
| 6.7) Makros   |      |     |
| 7) Der Befehlssatz des Mikroprozessors 8080   |      |     |
| 8) Erstellen von Programmen für den Mikrocomputer 8080  |      |     |
| 8.1) Assemblierung "von Hand"   |      |     |
| 8.2) Assemblierung mittels Computer   |      |     |
| 9) <u>Der Mikroprozessor 8085</u>   |      |     |
| 9.1) Einführung   |      |     |
| 9.2) Der Aufbau des Mikroprozessors 8085  |      |     |
| 9.3) Das Interrupt-System des Mikroprozessors 8085  |      |     |
| 9.4) Die seriellen Ein/Ausgabe-Leitungen SID und SOD  |      |     |
| 9.5) Der Befehlssatz des Mikroprozessors 8085   | "*   |     |
| 10) Wiederherstellung des vollständigen Adressbusses  |      |     |
| 10.2) Erzeugung des vollständigen Adressbusses  |      |     |
| 10.3) Erzeugung der Steuersignale des 8080 aus dem 8085                                       |      |     |
| 11) Aufbau von Mikrocomputern mit dem Mikroprozessor 8085                                     |      |     |
| 11.1) Mikrocomputersysteme mit Standard-Bausteinen  |      |     |
| 11.2) Ein Minimalsystem mit kombinierten Speicher-E/A-Bausteinen 8355 (8755) bzw. 8155 (8156) |      | 148 |
| •11.3) Peripheriebausteine des Systems 8080/8085  |      | 155 |

|      |   |   |       |
|------|---|---|-------|
| 12)  | <u>Der Mikroprozessor Z80</u>                                   | -   | 158   |
|      | 12.1)   | Einführung  | 158   |
|      | 12.2)   | Der Aufbau des Mikroprozessors Z80                            | 163   |
|      | 12.3)   | Zeitlicher Ablauf der Signale beim Prozessor Z80              | 169   |
|      | 12.4)   | Das Interrupt-System des Mikroprozessors. Z80                 | 172   |
| 13)  | <u>Der Befehlssatz des Mikroprozessors Z80</u>                  |   | 175   |
|      | 13.1)   | Einführung  | 1 75  |
|      | 13.2)   | Zusammenfassung der Z"80-Befehle in Befehlsklassen            | 177   |
|      | 13.3)   | Alphabetische Zusammenstellung <sup>1</sup> der Z80-Mnemonics | 186   |
|      | 13.4)   | Die Flag-Beeinflussung durch die Z80-Befehle                  | 192   |
| -    | 13.5.)  | Hexadezimale Reihenfolge der Z80-Befehle                      | 193   |
|      | 13.6)   | Äquivalente Befehle 8080 - Z80                                | 196   |
| 14)  | <u>Aufbau von Mikrocomputern mit dem Mikroprozessor Z80</u>     |   | 198   |
|      | 14.1)   | Eine Z80-CPU mit 8080-Steuerleitungen                         | 198   |
|      | 14.2)   | Mikrocomputer mit ' Standard-E/A-jBausteinen                  | 200   |
|      | 14.3)   | Spezielle E/A-Bausteine: Z80-PIO und Z80-SIO                  | 203   |
| 15)  | <u>Serielle Ein/Ausgabe-Schnittstellen</u>                      |   | 214   |
|      | 15.1)   | Allgemeines zur' seriellen Datenübertragung                   | 215   |
|      | 15.2)   | Der programmierbare Serien-E/A-Baustein 8251A                 | 218   |
|      | 15.3)   | Programmierung des USART 8251A                                | 223   |
|      | 15.4)   | Programmbeispiel für die Initialisierung                      | 229   |
|      | 15.5)   | Zusammenwirken zwischen Mikroprozessor und USART              | 231   |
| 16)  | <u>Die Mikroprozessoren 8086 und 8088</u>                       |   | 235   |
|      | 16.1)   | Einführung  | 235   |
|      | 16.2)   | Aufbau der Mikroprozessoren 8086 und 8088.                    | 237   |
|      | 16.3)   | Adressierung durch Segment und Offset                         | 241   |
|      | 16.4)   | Der 8086/8088 - Registersatz                                  | 245   |
|      | 16.5)   | Die 40 Anschlußleitungen im Maximum/Minimum-Modus             | 251 " |
|      | 16.6)   | Der Taktgenerator für die Prozessoren 8086/8088               | 257   |
|      | 16.7)   | Das Interrupt-System der Mikroprozessoren 8086/8088           | 258   |
|      | 16.8)   | Zeitlicher Ablauf während eines Buszyklus                     | 262   |
| 17)  | <u>Der Befehlssatz der Mikroprozessoren 8086/8088</u>           | ..  | 264   |
|      | 17.1)   | Die verschiedenen Adressierungsmöglichkeiten                  | 266   |
|      | 17.2)   | Der Befehlssatz nach Befehlsgruppen, geordnet                 | 269   |
|      | 17.3.)  | Opcod-Matrix der 8086/8088-Befehle                            | 289   |
|      | 17.4)   | Darstellung der .8080-Befehle im 8086-Befehlssatz             | 291   |
|      | 17.5)   | Beispiele für die Übersetzung in den Maschinencode            | 293   |
| 18)  | <u>Aufbau von Mikrocomputern mit dem Mikroprozessor 8086/88</u> |   | 295   |
|      | 18.1)   | Typische Mikrocomputer-Aufbauten mit 8088-CPU                 | 295   |
|      | 18.2)   | Typische Mikrocomputer-Aufbauten mit .808.6-CPU               | 298   |
|      | 18.3)   | Anschluß des 16-Bit-Datenbusses an den Speicher               | 303   |
| 19)  | <u>Der Mikroprozessor 80286</u>                                 | .   | 3 0 7 |
|      | 19.1)   | Einführung  | 307   |
|      | 19.2)   | Aufbau des Mikroprozessors 80286                              | 309   |
|      | 19.3)   | Der Registersatz des Mikroprozessors 80286                    | 312   |
|      | 19.4)   | Die Anschlußleitungen des Mikroprozessors 80286               | 316   |
|      | 19.5)   | Der Taktgenerator 82284                                       | 320   |
| 20)  | <u>Der reale Adressmodus oder 8086-Modus</u>                    | -   | 322   |
| 21 ) | <u>Der virtuelle Adressmodus mit Schutz'zkonzept *</u>          |   | 325 . |
|      | 21.1)   | Allgemeine Betrachtungen zum virtuellen Adressmodus           | 325   |
|      | 21.2)   | Segmentierung U.Adressierung im virtuellen Speicher           | 329   |
|      | 21.3)   | Abbildung des virtuellen Speichers                            | 332   |
|      | 21.4)   | Das Schutzkonzept des Protected-Modus                         | 343   |
|      | 21.5)   | Das Interrupt-System des 80286 im Protected-Modus             | 353   |
|      | 21.6)   | Taskwechsel im Protected-Modus                                | 358   |
|      | 21.7)   | Verwendung von 8086-Programmen im Protected-Modus             | 364   |

|            |  |     |    |
|------------|--|-----|----|
| 22)        | Der Befehlssatz des Mikroprozessors 80286                | 366 |    |
|            | 22.1) Befehle für den Real-Modus                         | 366 |    |
|            | 22.2) Befehle für den Protected-Modus                    | 369 |    |
| 23)        | Aufbau von Mikrocomputern mit dem Mikroprozessor 80286   | 373 |    |
| <u>24)</u> | <u>Der Mikroprozessor 80386</u>                          | 378 |    |
|            | 24.1) Einführung   | 378 |    |
|            | 24.2) Aufbau des Mikroprozessors 80386                   | 381 |    |
|            | 24.3) Der Registersatz des Mikroprozessors 80386         | 384 |    |
|            | 24.4) Die Anschlußleitungen des Mikroprozessors 80386    | 392 | •  |
|            | 24.5) Der Taktgenerator 82384.                           | 397 |    |
| 25)        | Der reale Adressmodus des Mikroprozessors 80386          | 398 |    |
| 26)        | Der Protected-Modus des Mikroprozessors 80386            | 402 |    |
|            | 26.1) Segmente und virtuelle Adressen                    | 403 |    |
|            | 26.2) Abbildung des virtuellen Speichers                 | 404 |    |
|            | 26.3) Erweiterte Deskriptoren beim Mikroprozessor 80386  | 407 |    |
|            | 26.4) Das Schutzkonzept des 80386 im Protected-Modus     | 413 |    |
|            | 26.5) Das Interrupt-System des 80386 im Protected-Modus  | 416 |    |
|            | 26.6) Task-Wechsel im Protected-Modus des 80386          | 418 |    |
| 27)        | Der Paging-Mechanismus des Mikroprozessors 80386         | 423 |    |
|            | 27.1) Allgemeines zum Paging-Konzept                     | 423 |    |
|            | 27.2) Übersetzung von linearen Adressen mittels Paging   | 426 |    |
|            | 27.3) Format der Page-Tabellen und des Page-Directory's  | 428 |    |
|            | 27.4) Der integrierte Page-Cachespeicher TLB             | 430 |    |
| 28)        | Der virtuelle 8086-Modus (V86-Modus) des 80386           | 432 |    |
|            | 28.1) Einführung   | 432 |    |
|            | 28.2) Das Format des Task-Status-Segments einer V86-Task | 435 |    |
|            | 28.3) Behandlung von Programmen im V86-Modus             | 436 |    |
|            | 28.4) Aufruf und Verlassen des V86-Modus                 | 437 |    |
|            | 28.5) Die kritischen 8086-Befehle und ihre Emulation     | 438 | .' |
| 2-9)       | Der Befehlssatz des Mikroprozessors 80386                | 443 | i' |
|            | 29.1) Koexistenz von 32-Bit-Befehlen und 16-Bit-Befehlen | 443 |    |
|            | 29.2) Die Speicher-Adressierungsmöglichkeiten            | 447 | "1 |
|            | 29.3.) Befehlsformat und Bitc.p.de der 80386-Befehle     | 451 | ^, |
|            | 29.4) Die zusätzlichen neuen Befehle des 80386           | 458 | j  |
|            | 29.5) Der vollständige Befehlssatz des 80386             | 461 | j  |
| 30)        | Aufbau von Mikrocomputern mit dem Mikroprozessor 80386   | 473 |    |
|            | 30.1) Anschluß des 32-Bit-Datenbusses an den Speicher    | 473 |    |
|            | 30.2) Blockschaltbild eines 80386-Mikrocomputers         | 476 |    |
|            | 30.3) Der Cache-Speicher des 80386-Mikrocomputers        | 478 |    |
| 31)        | Der Mikroprozessor 80386SX                               | 483 |    |
|            | 31.1) Einführung   | 483 |    |
|            | 31.2) Hardware des Mikroprozessors 80386SX               | 484 |    |
|            | 31.3) Betriebsarten des Mikroprozessors 80386SX          | 485 |    |
|            | 31.4) Befehlssatz und Software des Prozessors 80386SX    | 487 |    |
|            | 31.5) Mikrocomputer-Aufbauten mit 80386SX-CPU            | 488 |    |
| <u>32)</u> | <u>Weiterentwicklungen des Mikroprozessors 80386</u>     | 491 |    |
|            | 32.1) Der Mikroprozessor 80486DX                         | 493 | :  |
|            | 32.2) Weiterentwicklungen des 80486: 486DX2/DX4/SX/SX2   | 503 |    |
| <u>33)</u> | <u>Die Mikroprozessoren PENTIUM und PENTIUM PRO</u>      | 507 |    |
|            | 33.1) Der Mikroprozessor PENTIUM                         | 508 |    |
|            | 33.2) Der Mikroprozessor PENTIUM PRO                     | 516 |    |
| 34)        | Mikroprozessoren mit MMX-Technologie                     | 524 |    |
|            | 34.1) Die Idee der MMX-Technologie                       | 524 |    |
|            | 34.2) Der Mikroprozessor PENTIUM mit MMX-Technologie     | 527 |    |
|            | 34.3) Der Mikroprozessor PENTIUM II                      | 544 |    |
|            | Literaturverzeichnis                                     | 547 |    |