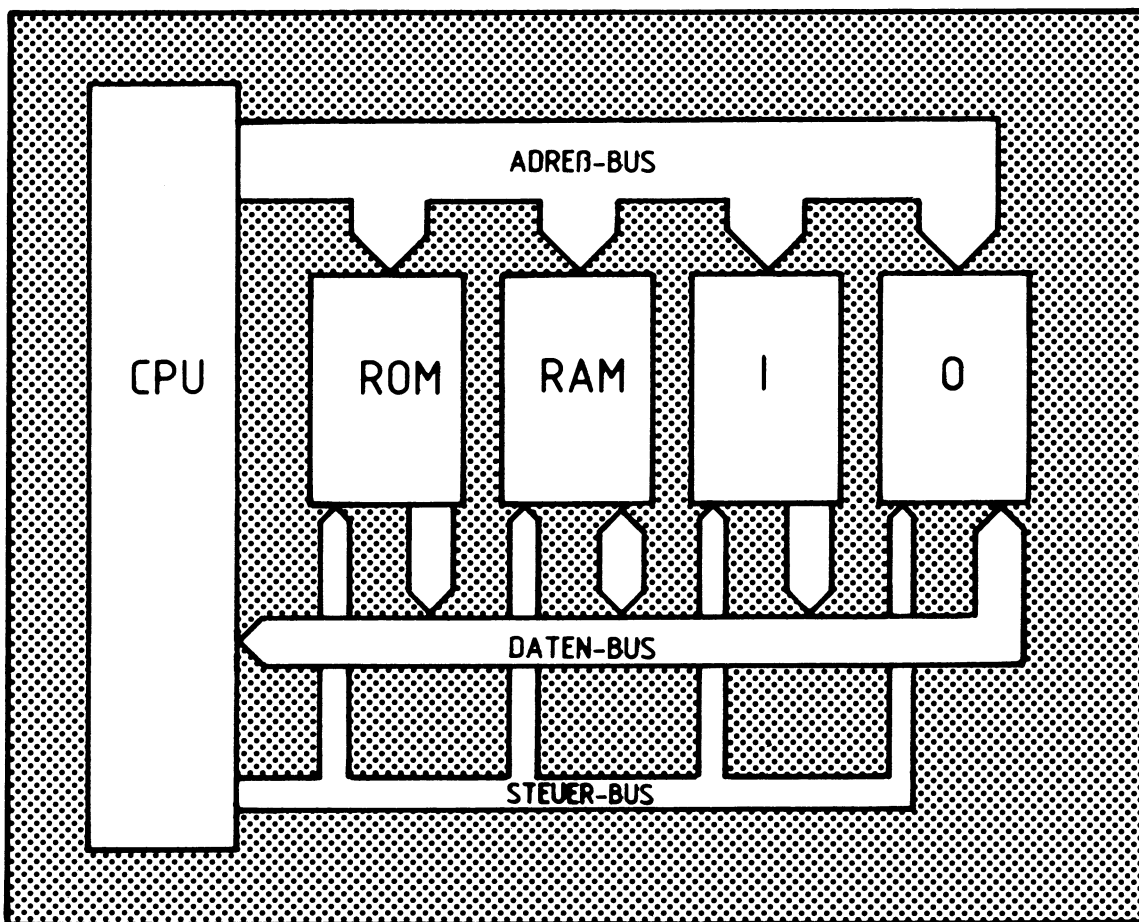


FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.



Diese Übung ist Bestandteil eines Mediensystems, das im Rahmen eines vom Bundesminister für Bildung und Wissenschaft, vom Bundesminister für Forschung und Technologie sowie der Bundesanstalt für Arbeit geförderten Modellversuches zum Einsatz der "Mikrocomputer-Technik in der Facharbeiterausbildung" vom BFZ-Essen e.V. entwickelt wurde.

Inhaltsverzeichnis

Theorieteil 1

- 1.1. Einleitung
- 1.2. Die Komponenten eines Computers
- 1.3. Anwendungsbeispiele für Mikrocomputer
- 1.4. Prinzip der Bus-Technik
- 1.5. Beschreibung von Bus-Signalen
- 1.6. Darstellung der Bus-Verbindungen

Übungsteil 1

- A1 Messen der Adreß-Signale auf dem Adreß-Bus
- A2 Messen der Datensignale auf dem Daten-Bus
- A3 Überprüfen der Steuersignale
- A4 Überprüfen der Wirkung der Steuersignale auf der Bus-Signalanzeige

Theorieteil 2

- 2.1. Tristate-Technik
- 2.2. Kurzschlüsse auf Bus-Leitungen
- 2.3. Unterbrechungen auf Bus-Leitungen
- 2.4. Signal-Zeit-Diagramme für Bus-Systeme

Übungsteil 2

- A1 Messungen am Daten-Bus bei einer unterbrochenen Datenleitung
- A2 Messungen am Daten-Bus bei einem Kurzschluß zwischen zwei Datenleitungen

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

THEORIETEIL 1

Theorieteil 1

1.1. Einleitung

Über Mikrocomputer hört man die unterschiedlichsten Dinge, die einen bezeichnen sie als Jobkiller, andere als Jobknüller. Viele verstehen diese Entwicklung als technische Revolution. Im folgenden soll versucht werden, die dahinterstehende Technik durchschaubar und damit beurteilbar zu machen.

Man versteht unter dem englischen Begriff "Computer" nichts anderes als einen "Rechner" und unter einem Mikrocomputer (mikro = sehr klein) einen Computer, der aus einem oder wenigen kleinen Bausteinen aufgebaut ist. Möglich wurde dies durch eine fortschreitende Entwicklung des Herstellungsprozesses für "Integrierte Schaltkreise" (IC's). Sämtliche Elemente einer elektronischen Schaltung wie Widerstände, Dioden, Transistoren usw. werden dabei in ein kleines Plättchen aus Halbleitermaterial, meist Silizium, eingebracht. Heute ist es möglich, in einem Plättchen von der Größe 5 mm x 5 mm ca. 150.000 Transistoren zu integrieren. Die erreichte Packungsdichte ändert sich zur Zeit noch von Jahr zu Jahr.

Ein Computer ist in der Technik nichts Neues. Aufbau, Arbeitsweise und die möglichen Anwendungen sind seit langem bekannt. Jedoch verhinderten Anschaffungskosten, Baugröße, Wartungskosten usw. den Einsatz auf breiter Basis. Die Herstellung eines Computers aber auf wenigen kleinen Chips, sowie die Massenproduktion dieser kleinen Bauteile, führte schnell zu einem erheblichen Preisverfall und damit zur verstärkten Anwendung. Taschenrechner, CNC-Maschinen, Computerspiele usw. sind nur einige Beispiele dafür.

Was aber macht den Computer so anwendungsfreundlich und so flexibel in der Anpassung an die verschiedensten Aufgaben und Anwendungen?

1.2. Die Komponenten eines Computers

Die am Ende der Einführung gestellte Frage kann beantwortet werden, wenn Aufbau und prinzipielle Arbeitsweise eines Computers bekannt sind.

Computer =
Rechner

Integrierter
Schaltkreis

CNC = Computer
Numeric Control,
rechnergeführte
numerische
Steuerung

Theorieteil 1

Die Arbeitsweise eines Computers und das Vorgehen eines Menschen beim Lösen einer Aufgabe sind einander sehr ähnlich. Daher soll im folgenden unser Tun z.B. beim Lösen einer mathematischen Aufgabe analysiert werden. Für die Lösung einer solchen Aufgabe müssen einige Voraussetzungen erfüllt sein. Neben einer Arbeitsanweisung (oder Formelbuch) müssen die zu verarbeitenden Zahlen, auch Daten genannt, vorliegen. Da es sich um eine mathematische Aufgabe handelt, wird noch ein Taschenrechner benötigt. Für Zwischenergebnisse und Zahlen soll ein Notizblock verwendet werden. Das Ergebnis der Aufgabe soll anschließend auf einer Schreibmaschine protokolliert werden. Im Bild 1 sind die Randbedingungen und Hilfsmittel schematisch dargestellt.

Wie bearbeitet der Mensch eine Aufgabe?

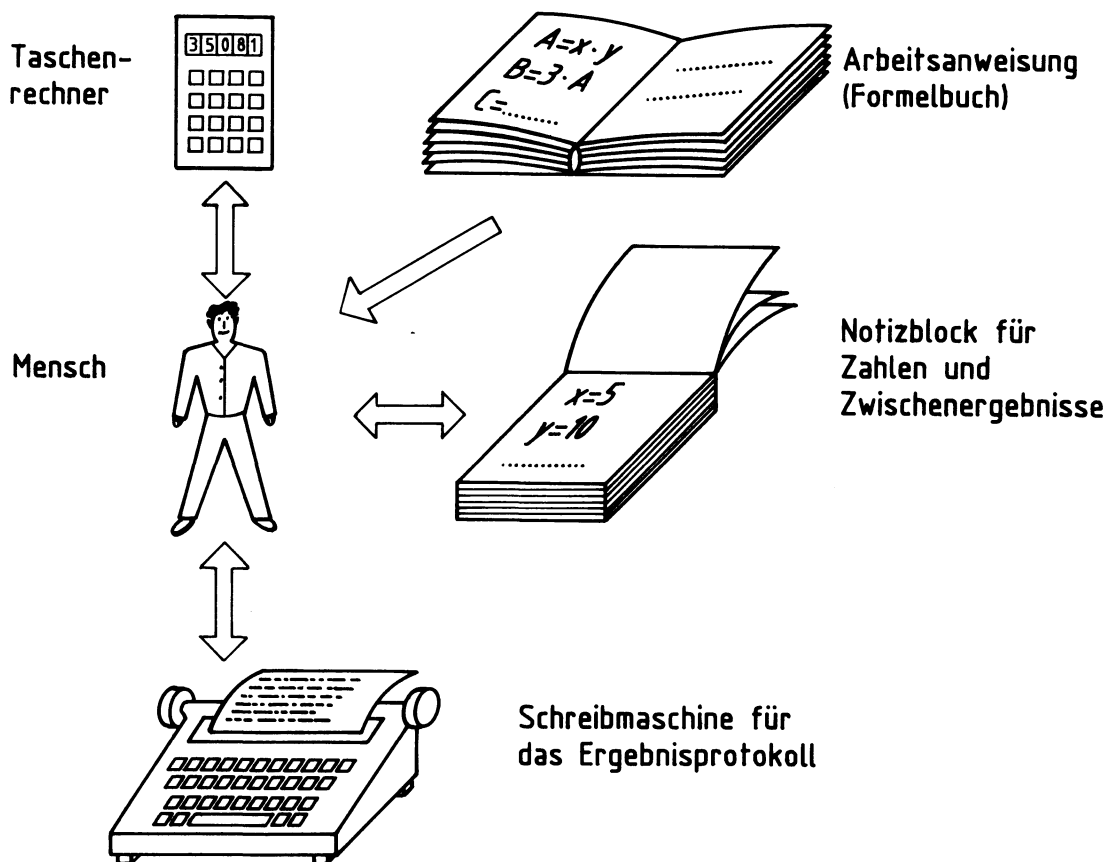


Bild 1: Hilfsmittel zur Bearbeitung einer Rechenaufgabe

Theorieteil 1

Der Mensch wird bei Bearbeitung dieser Aufgabe folgende Arbeitsschritte durchführen:

- Erste Arbeitsanweisung lesen, deuten und im Gedächtnis speichern.
 - Notwendige Zahlen (Daten) vom Notizblock lesen und in den Taschenrechner eingeben.
 - Rechenoperation durch Tastendruck am Taschenrechner auslösen.
 - Zwischenergebnis auf dem Notizblock notieren.
 - Nächste Arbeitsanweisung lesen, deuten und im Gedächtnis speichern.
 - Notwendige Zahlen/Zwischenergebnisse vom Notizblock lesen und in den Taschenrechner eingeben.
 - ... Arbeitsanweisung lesen, deuten ...
 - ... Arbeitsanweisung lesen, deuten ...
 - Ergebnis auf der Schreibmaschine protokollieren.
- Fertig.

Notwendige Arbeitsschritte zur Lösung einer Aufgabe

Diese Vorgehensweise des Menschen läßt sich fast unverändert auf den Computer übertragen. Die beteiligten Komponenten (Mensch, Taschenrechner, ...) findet man auch in einem Computer wieder, jedoch mit anderen Namen.

Die Komponenten des Computers

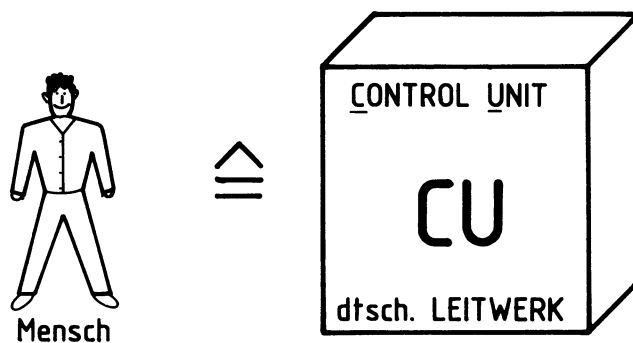


Bild 1a: Mensch und Leitwerk

Dem Menschen, der Schritt für Schritt die Arbeitsanleitung liest und den Arbeitsablauf entsprechend steuert, entspricht im Computer das Leitwerk (englisch Control Unit) (Bild 1a).

Leitwerk = Control Unit

Theorieteil 1

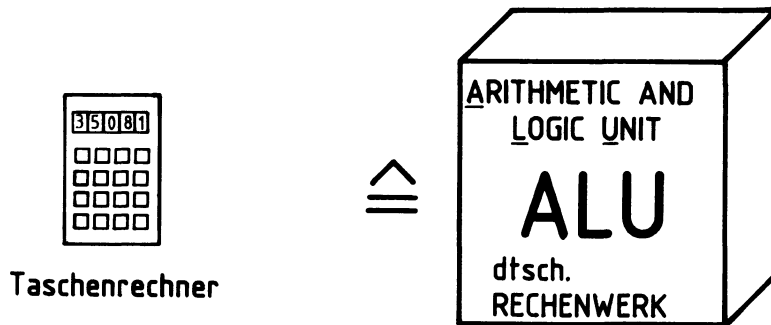


Bild 1b: Taschenrechner und ALU

Dem Taschenrechner, mit dem Rechenoperationen ausgeführt werden, entspricht in einem Computer das Rechenwerk (englisch Arithmetic und Logic Unit, kurz ALU) (Bild 1b).

Rechenwerk =
Arithmetic and
Logic Unit, ALU

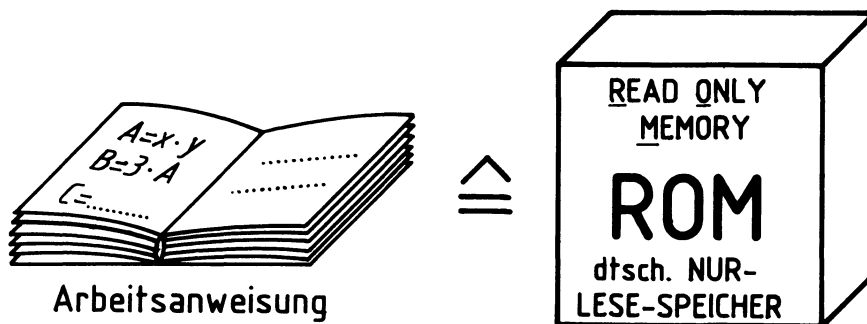


Bild 1c: Arbeitsanweisung und ROM

Das Buch, in dem die auszuführenden Arbeitsschritte stehen, nennt man im Computer Speicher (englisch Memory). Da die Arbeitsanleitung nur gelesen wird, legt man sie häufig in besonderen Speichern ab, die ebenfalls nur gelesen werden können. Diese Speicher heißen Nur-Lese-Speicher (englisch Read Only Memory, kurz ROM) (Bild 1c).

Nur-Lese-Speicher = Read
Only Memory, ROM

Die einzelnen Arbeitsschritte nennt man auch Befehle oder Instruktionen (englisch instruction) und die gesamte Befehlsfolge zur Lösung der Aufgabe heißt Programm.

Befehl = Instruc-
tion
Befehlsfolge =
Programm

Theorieteil 1

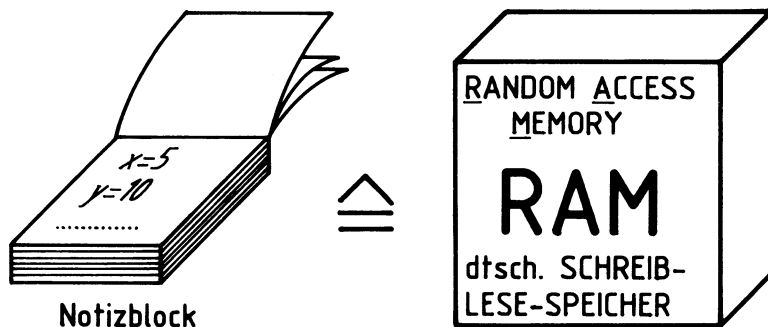


Bild 1d: Notizblock und RAM

Auf dem Notizblock können Zahlen und Zwischenergebnisse notiert werden, die nach Lösung der Aufgabe nicht mehr benötigt werden. Der Notizblock entspricht im Computer einem Speicher, in den man Daten hineingeben und, falls erforderlich, wieder herausholen kann. Ein solcher Speicher heißt Schreib-Lese-Speicher (englisch Random Access Memory = Speicher mit wahlfreiem Zugriff) oder kurz RAM (Bild 1d).

Schreib-Lese-Speicher = Random Access Memory, RAM

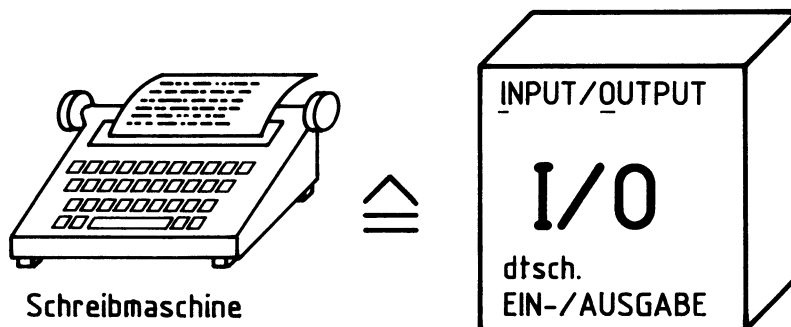


Bild 1e: Schreibmaschine und I/O-Geräte

Die Schreibmaschine für das Ergebnisprotokoll gehört zu den sogenannten Ein- und Ausgabe-Einheiten des Computers (englisch Input/Output, I/O) (Bild 1e).

Ein-Ausgabe = Input-Output

Das Besondere bei dem Menschen im obigen Beispiel ist, daß er durch Ändern der Arbeitsanweisung eine neue, vollkommen andere Aufgabe ausführen kann. Das aber ist auch das Besondere eines Computers, den man durch Ändern der Befehle im Speicher, d.h. durch ein anderes Programm, ebenfalls an eine neue Aufgabenstellung anpassen kann, ohne den gerätetechnischen Aufbau zu verändern.

Ein anderes Programm löst eine andere Aufgabe

Theorieteil 1

Geräte, deren Funktion durch ein Programm veränderbar sind, nennt man "programmierbare" Geräte.

Die Bauteile und Geräte eines Computers nennt man die "HARDWARE". Das Programm, d.h. die Folge der Anweisungen im Speicher, ist veränderbar und heißt "SOFTWARE" des Computers.

Ein Computer arbeitet nicht in gewünschter Weise, wenn Fehler in der Software, d.h. im Programm vorliegen. Hieran kann man schon die Grenzen eines Computers erkennen, der eben nur die vom Menschen vorgegebenen Arbeitsanweisungen in Form des Programms ausführen kann. Die von ihm zu bearbeitende Aufgabe muß also zunächst vom Menschen analysiert und in kleine Arbeitsschritte zerlegt werden. Fehler bei der Festlegung der Arbeitsschritte kann der Computer nicht erkennen, da er stets Anweisung für Anweisung ausführt. Denkvermögen und Kreativität beherrscht er nicht. Dafür aber führt er die vorgegebenen Arbeitsschritte sehr präzise und schnell aus.

Im folgenden soll nun der Begriff (Mikro-)Prozessor erläutert werden. Betrachtet man die Komponenten des Computers, so erkennt man, daß die eigentliche Arbeit von der Control Unit und der ALU ausgeführt wird. Beide Komponenten werden daher auch wie in Bild 2 dargestellt, gerätetechnisch eng miteinander verbunden. Den Verbund von Control Unit und ALU nennt man auch Control Processing Unit (CPU), zu deutsch Zentraleinheit. Der Mikroprozessor ist somit nichts anderes, als eine CPU auf einem (oder wenigen) Chip, d.h. in einem integrierten Schaltkreis (IC).

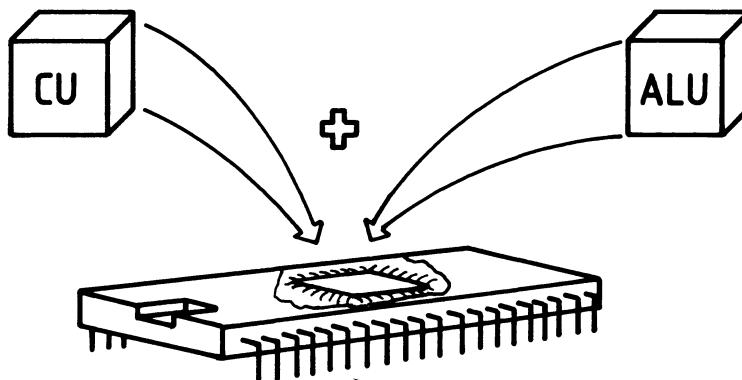


Bild 2: Die Verbindung von CU und ALU zum Mikroprozessor in einem IC

programmierbar =
durch ein Programm veränderbar
Hardware
Software

Control Processing Unit =
Zentraleinheit
Mikroprozessor

Theorieteil 1

In Bild 3 ist das Blockschaltbild eines Mikrocomputers mit den Komponenten Mikroprozessor, Speicher und Ein-/Ausgabe dargestellt. Der Mikroprozessor, kurz Prozessor genannt, ist über eine Vielzahl von Leitungen mit Speicher und Ein-/Ausgabe verbunden. Über diese Leitungen werden Daten und Informationen in binär-verschlüsselter Form ("0"- und "1"-Signale) ausgetauscht. Die einzelnen Leitungen sind in Bild 3 durch einen gemeinsamen Strang dargestellt. Pfeile geben dabei die Signalflußrichtungen an.

Mikrocomputer

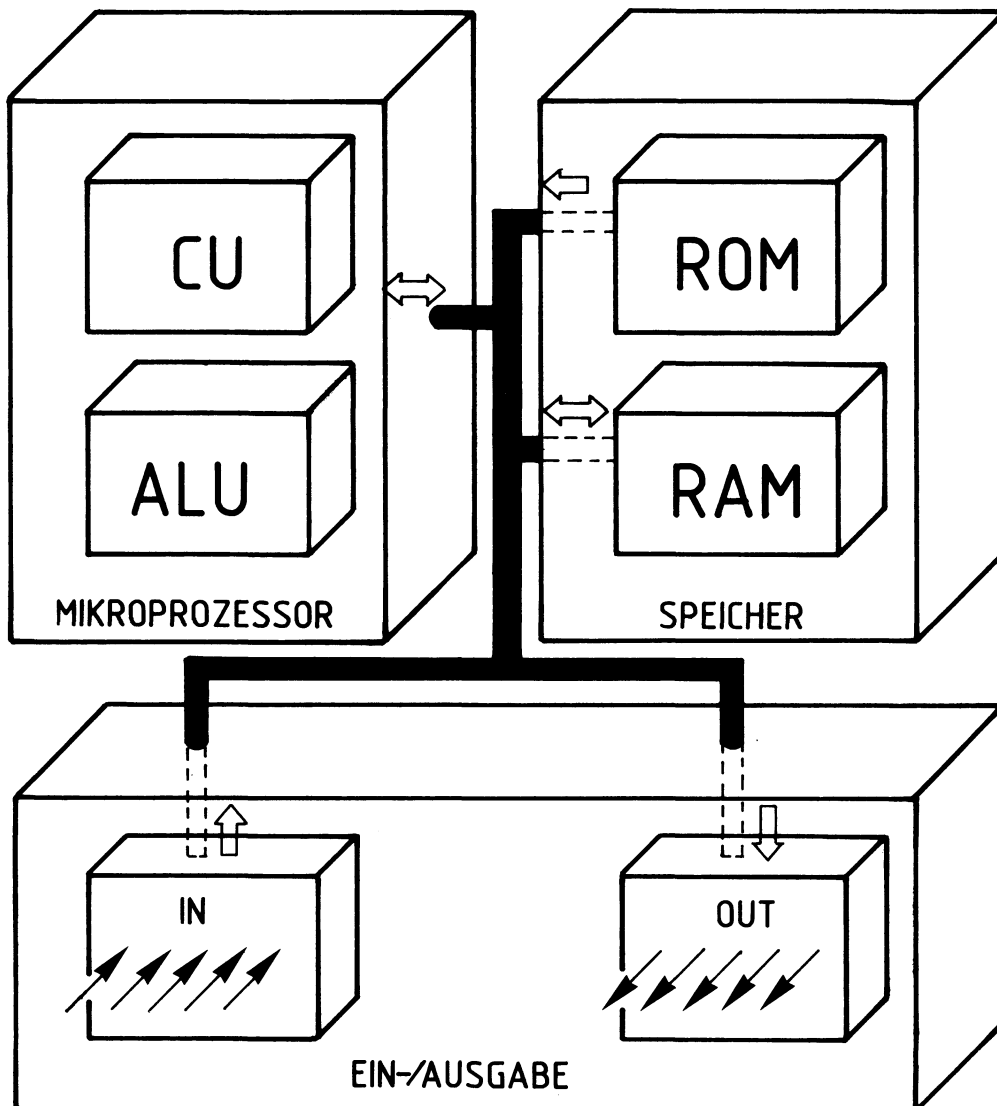
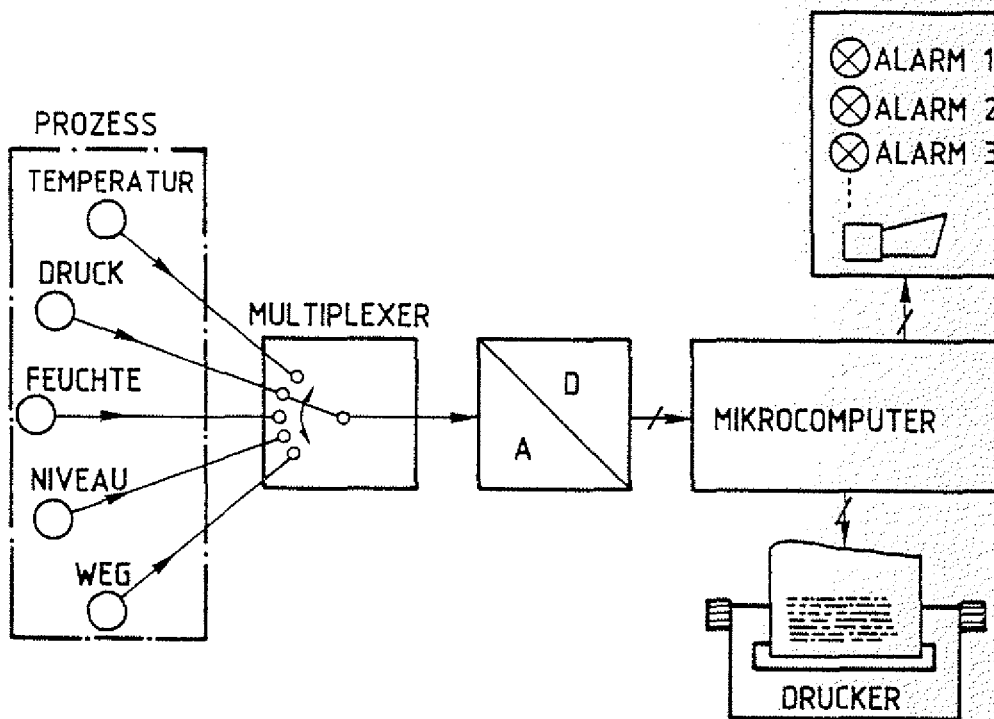


Bild 3: Die Komponenten eines Mikrocomputers verbunden durch ein Leitungsbündel

Theorieteil 1

1.3. Anwendungsbeispiele für Mikrocomputer

Im Gegensatz zu den klassischen Einsatzgebieten der Groß-EDV (Elektronische Datenverarbeitung) wie z.B. der Lohnabrechnung, Personalverwaltung, Auftragsabwicklung usw. werden Mikrocomputer insbesondere für meß-, steuerungs- und regelungstechnische Aufgaben eingesetzt. Zwei typische Anwendungsbeispiele sind in den Bildern 4 bis 6 dargestellt. Im ersten Beispiel handelt es sich um eine Prozeßdaten-Erfassung und -Überwachung.



Prozeßdaten;
Erfassung und
Überwachung

Bild 4: Prozeßdaten; Erfassung- und Überwachung

Der Mikrocomputer erfaßt in vorgegebenen Zeitintervallen über den Meßstellenumschalter (Multiplexer) die gewünschte Prozeßgröße, veranlaßt die Digitalisierung über den Analog-Digital-Wandler (A/D), vergleicht die Meßwerte mit vorgegebenen Grenzwerten, gibt entsprechende Alarmer aus und protokolliert die gemessenen Werte auf einem Drucker.

Theorieteil 1

Im zweiten Beispiel (Bild 5) steuert ein Mikrocomputer einen Handhabungsautomaten, auch Roboter genannt, der unbearbeitete Drehteile (Rohlinge) aus einem Magazin dem Drehautomaten zuführt und sie nach Bearbeitung im Magazin für Fertigteile ablegt.

Handhabungs-
automat,
Roboter

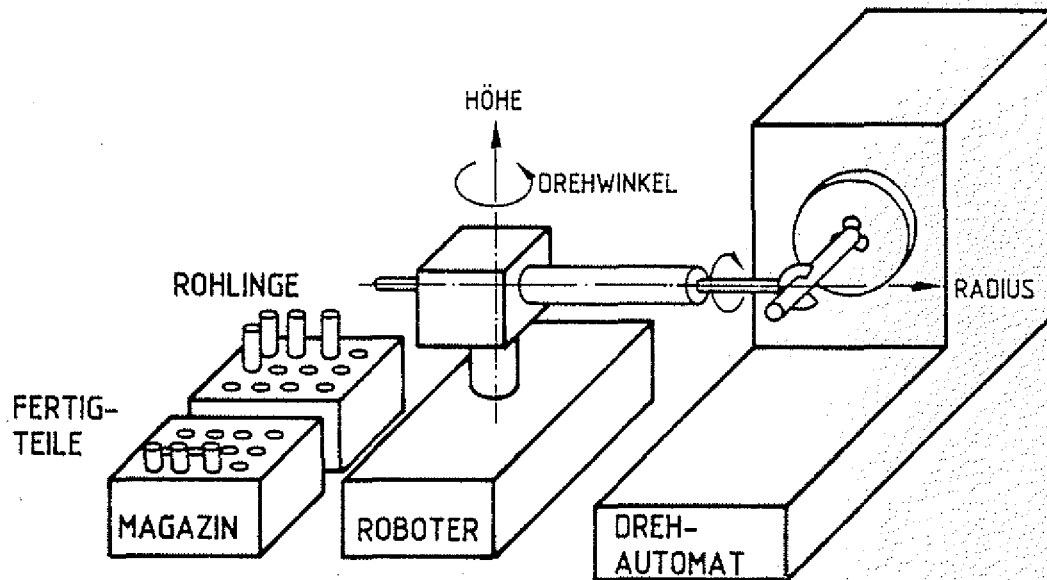


Bild 5: Handhabungsautomat

Dazu muß der Mikrocomputer den Greifarm in die gewünschten Positionen steuern, indem er Stellsignale für die Antriebe und Motoren ausgibt, die Bewegungen z.B. über Impulsgeber kontrolliert und Fertigmeldungen an den Drehautomaten übermittelt, wie "Futter spannen" oder "Ruhelage eingenommen". Der Bewegungsablauf, der sich mit Werkstückgröße, Art des Magazins usw. ändert, wird dem Mikrocomputer im sogenannten "Teach-In-Verfahren" (engl. teach = lehren) eingegeben. Dabei steuert ein Bediener die später automatisch anzufahrenden Positionen des Greifarms zunächst von Hand über Taster-signale an und veranlaßt den Computer, diese Positionen abzuspeichern. Ebenso werden die gewünschten Reaktionen wie "Greifer schließen" usw. eingegeben. Der Name dieses Verfahrens ist demnach dem Vorgehen des Bedieners angepaßt, der den Handhabungsautomaten die auszuführenden Arbeitsschritte lehrt. In Bild 6 ist das Blockschaltbild für diese Mikrocomputer-Steuerung dargestellt.

Teach-In-
Verfahren

Theorieteil 1

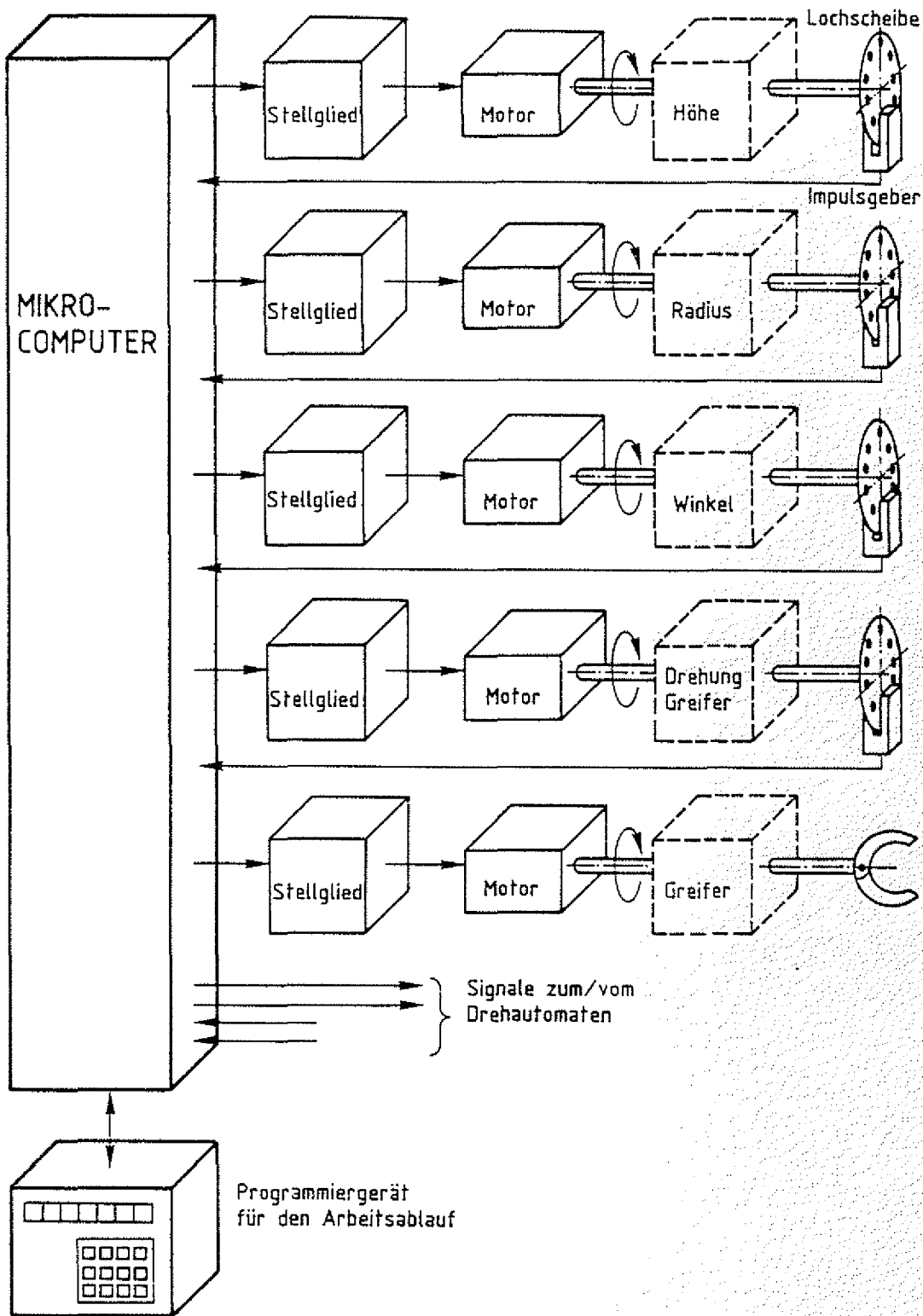


Bild 6: MC- Steuerung eines Handhabungsautomaten

Theorieteil 1

1.4. Prinzip der Bus-Technik

Ein besonderes Merkmal von Computern ist die Art und Weise, wie der Prozessor mit dem Speicher und Ein-/Ausgabe-Einheiten verbunden ist und wie der umfangreiche Daten- und Signalfluß vonstatten geht. Ausschließlich angewandt wird die sogenannte Bus-Technik. Dahinter verbirgt sich nichts anderes, als eine Parallelverdrahtung aller Komponenten untereinander. In Bild 7 sind die Komponenten des Computers beispielsweise über vier Busleitungen miteinander verbunden.

Bus-Technik

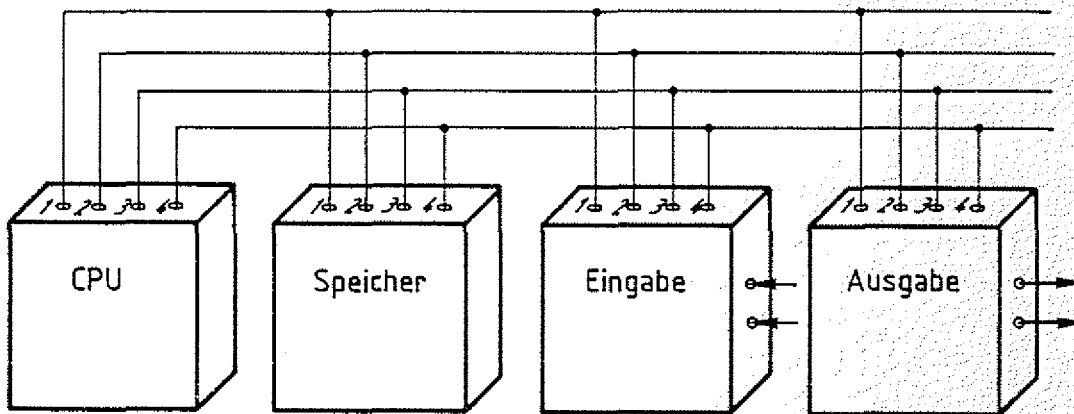


Bild 7: Parallelverdrahtung als Bus- Technik

Der Name "Bus", der in Anlehnung an die von uns gemeinsam benutzten öffentlichen Verkehrsmittel gewählt wurde, soll andeuten, daß der Informationsaustausch über gemeinsam benutzte Leitungen erfolgt.

Damit die über die Busleitungen miteinander verbundenen Geräte nun nicht wahllos durcheinander Informationen auf die Busleitungen schalten, muß ein Gerät die Kontrolle über den Informationsaustausch übernehmen. Diese Aufgabe kommt bei einem Mikrocomputer der CPU zu. Um diese Aufgabe ausführen zu können, sind noch weitere Busleitungen erforderlich. In Bild 8 ist ein Mikrocomputer mit erweitertem Bus-System dargestellt, sein Funktionsablauf wird anschließend erklärt.

Theorieteil 1

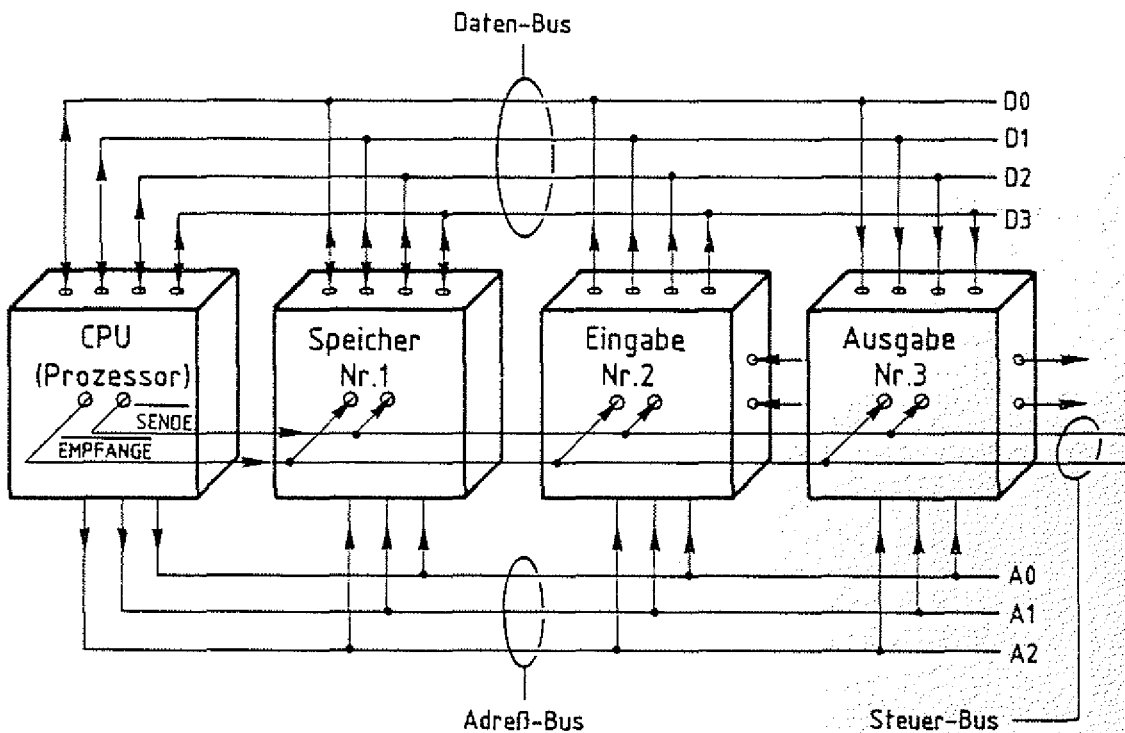


Bild 8: Mikrocomputer mit einfachem Bus-System

Dieses Bus-System besteht aus einem vier Bit breiten Daten-Bus, einem drei Bit breiten Adreß-Bus und aus einem zwei Bit breiten Steuer-Bus.

Über den Adreß-Bus zeigt der Prozessor an, welches Gerät sich für die Abgabe bzw. den Empfang von Daten bereithalten soll. Über die drei Adreß-Leitungen können $2^3 = 8$ verschiedene Geräte ausgewählt werden. Bild 9 zeigt eine Tabelle mit den möglichen Signalzuständen auf den Adreß-Leitungen. Jedes am Bus-System angeschlossene Gerät besitzt daher eine Gerätenummer und eine elektronische Schaltung, die das Gerät in Bereitschaft versetzt, sobald die zugehörige Gerätenummer am Adreß-Bus ansteht. Mit den Steuersignalen "SENDE" bzw. "EMPFANGE" aktiviert der Prozessor über den Steuer-Bus dann das ausgewählte Gerät, damit es entweder Daten auf den Daten-Bus schaltet (sendet) oder Daten übernimmt (empfängt). Die Pfeile in den Bus-Leitungen zeigen an, in welche Richtung die Informationen auf diesen Leitungen "fließen".

Daten-Bus
Adreß-Bus

Gerätenummer

Steuer-Bus

Theorieteil 1

Adreß-Bus			Geräte-Nr.
A2	A1	A0	
0	0	0	0
0	0	1	1
0	1	0	2
0	1	1	3
1	0	0	4
1	0	1	5
1	1	0	6
1	1	1	7

Bild 9: Mögliche Signalzustände auf drei Adreß-Leitungen zur Geräte-Auswahl

Benötigt der Prozessor beispielsweise Daten vom Eingabegerät mit der Nummer 2, so führt er folgende Arbeitsschritte aus: Der Prozessor ...

- wählt Gerät 2 aus, indem er den Signalzustand "010" auf den Adreß-Leitungen aussendet;
- veranlaßt Gerät 2 seine Daten auf den Daten-Bus zu schalten, indem er das Steuer-Signal "SENDE" auf "0"-Signal *) schaltet;
- liest den Signal-Zustand vom Daten-Bus;
- beendet den Vorgang, indem er die Steuerleitung "SENDE" auf "1"-Signal schaltet.

Lesen von Daten

*) Eine Steuerleitung, die mit 0-Signal (od. Low-Pegel) eine Aktivität auslöst, bezeichnet man als "aktiv Low" und kennzeichnet sie durch eine Überstreichung ihres Namens.

aktiv Low

Sollen die empfangenen Daten weitergeleitet werden, z.B. an das Gerät mit der Nummer 3, so müssen zusätzlich noch folgende Arbeitsschritte ausgeführt werden: Der Prozessor...

- wählt Gerät 3 aus, indem er den Signalzustand "011" auf den Adreß-Leitungen aussendet;

Schreiben von Daten

Theorieteil 1

- schaltet die Daten auf den Daten-Bus;
- veranlaßt Gerät 3 die Daten zu übernehmen, indem er die Steuerleitung "EMPFANGE" auf "0"-Signal schaltet;
- beendet den Vorgang, indem er die Steuerleitung "EMPFANGE" auf "1"-Signal schaltet.

Da die Adreß- und Steuer-Signale ausgehend vom Prozessor die Leitungen nur in einer Richtung durchlaufen, nennt man Adreß- und Steuer-Bus unidirektional (eine Signalrichtung möglich). Im Gegensatz dazu können Daten-Signale den Daten-Bus in beiden Richtungen durchlaufen. Daher bezeichnet man den Daten-Bus als bidirektional (zwei Richtungen). Der wesentliche Vorteil der Bus-Technik ist, daß über eine relativ geringe Anzahl von Leitungen eine Vielzahl von Geräten/Komponenten miteinander Daten austauschen können. Ohne Anwendung der Bus-Technik wäre es auch nicht möglich, den Mikroprozessor in einem Gehäuse mit häufig nur 40 Anschlüssen unterzubringen. Getrennte Verbindungen (Punkt-zu-Punkt-Verbindungen) zum Speicher und den Ein-/Ausgabeneinheiten würden erheblich mehr Leitungen erfordern. Bus-Systeme sind außerdem leicht erweiterbar und ermöglichen insbesondere einen modularen (modular = bausteinartig) Aufbau. Der Hauptnachteil ist, daß der Datenaustausch zwischen mehreren Komponenten nur nacheinander (sequentiell) erfolgen kann, weshalb für die Verarbeitung mehr Zeit beansprucht wird.

Das in Bild 8 dargestellte einfache Bus-System reicht für Aufgaben der Praxis nicht aus. Mit den drei Adreß-Leitungen lassen sich nur 8 (2^3) Geräte anwählen (adressieren), praktisch müssen jedoch wesentlich mehr Adressen erzeugt werden können. Bild 10 zeigt einen Mikrocomputer mit einem Bus-System, das den Erfordernissen der Praxis gerecht wird.

unidirektional

bidirektional

modularer Aufbau

Theorieteil 1

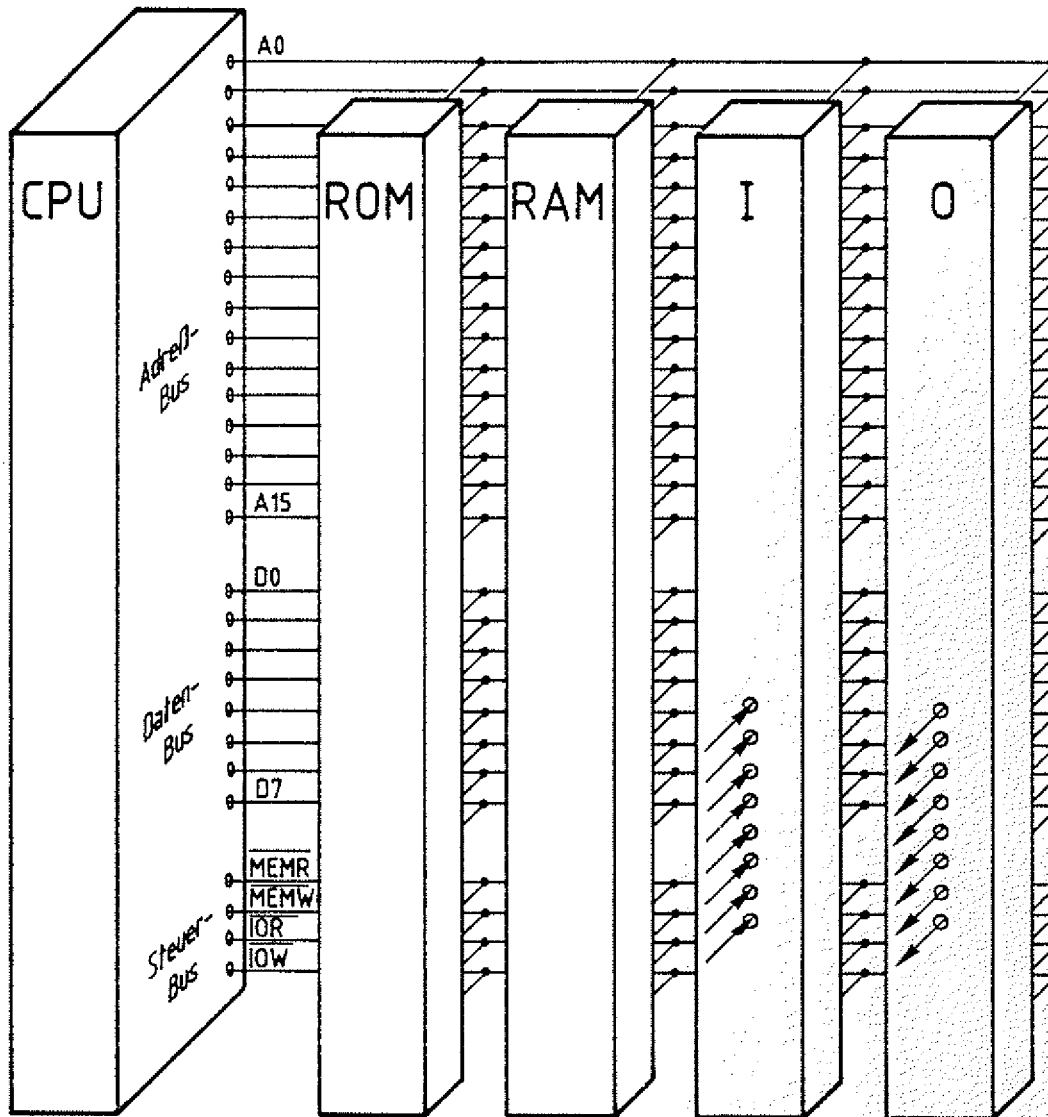


Bild 10: Mikrocomputer mit erweitertem Bus-System

Der Adreßbus dieses Mikrocomputers verfügt über 16 Leitungen. Damit wäre es möglich, $2^{16} = 65536$ Geräte an dieses Bus-System anzuschließen. Bezeichnet man nun den Speicherplatz für eine Information als Gerät, so lassen sich also 2^{16} (65536) verschiedene Speicherplätze für die Arbeitsanweisungen und Daten ansprechen. Über die acht Datenleitungen können 2^8 (256) verschiedene Signalzustände übertragen werden. Häufig unterscheidet man bei den Steuersignalen solche, die entweder nur die Speicher oder nur die Ein-/Ausgabe-Einheiten aktivieren.

Theorieteil 1

Bezeichnungen und zugeordnete Funktionen der in Bild 10 dargestellten Steuersignale:

- $\overline{\text{MEMR}}$ (MEMORY READ, dtsh. Speicher lesen), veranlaßt den Speicher, Daten auf den Daten-Bus zu schalten. Aktiv Low-Signal.
- $\overline{\text{MEMW}}$ (MEMORY WRITE, dtsh. Speicher schreiben), veranlaßt den Speicher, Daten vom Daten-Bus zu übernehmen. Aktiv-Low-Signal.
- $\overline{\text{IOR}}$ (INPUT/OUTPUT READ, dtsh. Ein-/Ausgabe-Einheit lesen), veranlaßt die Eingabe-Einheit, den Signalzustand an den Eingangsleitungen auf den Daten-Bus zu schalten. Aktiv-Low-Signal.
- $\overline{\text{IOW}}$ (INPUT/OUTPUT WRITE, dtsh. Ein-/Ausgabe-Einheit schreiben), veranlaßt die Ausgabe-Einheit, den Signalzustand vom Daten-Bus zu übernehmen und zu den Ausgangsleitungen durchzuschalten. Aktiv-Low-Signal.

Darüberhinaus gibt es oft noch eine Vielzahl anderer Steuersignale, die aber zunächst für das Verständnis der Funktion unbedeutend und je nach Hersteller des Mikroprozessors unterschiedlich sind.

Erinnern wir uns noch einmal an die Arbeitsweise eines Menschen. Wenn er einen Arbeitsschritt ausgeführt hat, liest er die nächste Anweisung in der Folgezeile der Arbeitsanleitung. Hat der Prozessor eine Anweisung ausgeführt, so sendet er die nächst höhere Speicherplatznummer auf dem Adreß-Bus aus, aktiviert das Steuersignal " $\overline{\text{MEMR}}$ " und liest die vom Speicher bereitgestellte Anweisung vom Daten-Bus. Dann führt er die Anweisung aus und wiederholt den Lesevorgang, nachdem er erneut die Speicherplatznummer um eins erhöht hat usw.. Es gibt die verschiedensten Anweisungen, maximal jedoch "nur" 256 (2^8). Dies ist abhängig von der Anzahl der Datenleitungen. Z.B. gibt es sogenannte Verarbeitungsbefehle, die den Prozessor veranlassen, Zahlen zu addieren, zu subtrahieren oder zu vergleichen.

Funktionen der Steuersignale

Arbeitsanweisung = Befehl

Verarbeitungsbefehle

Theorieteil 1

Andere, die Transportbefehle, veranlassen den Prozessor, Daten im RAM zwischenspeichern oder abzurufen, den Signalzustand an den Eingangsleitungen der Eingabe-Einheit zu ermitteln oder einen ganz bestimmten Signalzustand an den Ausgangsleitungen der Ausgabe-Einheit einzustellen.

Die Mikroprozessoren bezeichnet man in Abhängigkeit von der Anzahl der Datenleitungen als 1-Bit-, 2-Bit-, 4-Bit-, 8-Bit- oder 16-Bit-Mikroprozessoren. Mittlerweile gibt es schon 32-Bit-Mikroprozessoren.

1.5. Beschreibung von Bus-Signalen

Ein kleines Problem beim Umgang mit Computern ist die Beschreibung des Signalzustandes auf den Bus-Leitungen. Soll z.B. im Fehlerfall überprüft werden, ob der Prozessor auf dem Adreß-Bus die Speicherplatznummer 16783 aussendet, so muß zunächst die zugehörige Dualzahl z.B. mit Hilfe des Divisionsverfahrens ermittelt werden:

16783	:	2	=	8391	R	1	←	niederwertigste Stelle,
8391	:	2	=	4195	R	1		engl. <u>l</u> east <u>s</u> ignificant
4195	:	2	=	2097	R	1		<u>b</u> it, kurz LSB
2097	:	2	=	1048	R	1		
1048	:	2	=	524	R	0		
524	:	2	=	262	R	0		
262	:	2	=	131	R	0		
131	:	2	=	65	R	1		
65	:	2	=	32	R	1		
32	:	2	=	16	R	0		
16	:	2	=	8	R	0		
8	:	2	=	4	R	0		
4	:	2	=	2	R	0		
2	:	2	=	1	R	0		
1	:	2	=	0	R	1	←	höchstwertigste Stelle,
								engl. <u>m</u> ost <u>s</u> ignificant
								<u>b</u> it, kurz MSB

Transportbefehle

Dezimal-zu-Dual-
wandlung durch
Divisionsver-
fahren

Theorieteil 1

Nach einer langen Rechnung ergibt sich der folgende Signalzustand auf den Adreß-Leitungen:

Adreß-Leitung	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Signal-Zustand	0	1	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	1	1

Einen solchen Signalzustand kann man sich aber sehr schlecht merken, so daß man dafür eine besondere Art der Verschlüsselung eingeführt hat. Betrachten wir dazu zunächst alle möglichen Signalzustände auf vier Leitungen und fassen diese in einer Tabelle (Bild 11) zusammen. Zur Kennzeichnung der möglichen Zustände werden sie einfach durchnummeriert. Um alle Signalzustände mit nur einer Kennziffer zu versehen, werden für die letzten sechs Zustände die Buchstaben A bis F verwendet.

A3	A2	A1	A0	Kennziffer
0	0	0	0	0
0	0	0	1	1
0	0	1	0	2
0	0	1	1	3
0	1	0	0	4
0	1	0	1	5
0	1	1	0	6
0	1	1	1	7
1	0	0	0	8
1	0	0	1	9
1	0	1	0	A
1	0	1	1	B
1	1	0	0	C
1	1	0	1	D
1	1	1	0	E
1	1	1	1	F

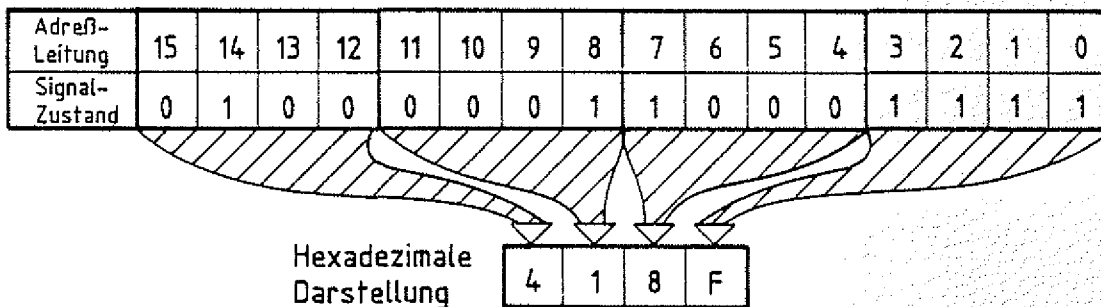
Bild 11: Die möglichen Signalzustände auf vier Bus-Leitungen

In Anlehnung an unser übliches Zahlensystem mit der Basis 10 (10 Ziffern, 0...9) entspricht die Durchnummerierung der Signalzustände mit 16 Ziffern (0...9, A...F) einem Zahlensystem mit der Basis 16, so daß man diese Zahlen auch Hexadezimalzahlen (hexa = sechs, dezi = zehn) oder Sedezimalzahlen (sedezi = sechzehn) nennt.

Hexadezimal-
oder Sedezimal-
Zahlen

Theorieteil 1

Faßt man nun die sechzehn Adreß-Leitungen zu vier Tetraden (Viererbündel) zusammen, so kann der Signalzustand der Leitungen wesentlich kürzer beschrieben werden:



Für die Beschreibung des Signalzustandes auf den 16 Adreß-Leitungen genügt so eine vierstellige und für die acht Daten-Leitungen eine zweistellige Hexadezimalzahl.

Theorieteil 1

1.6. Darstellung von Bus-Verbindungen

Die Leitungen eines Bus-Systems werden in Schaltbildern meist nicht einzeln gezeichnet, sondern wie in Bild 12 gezeigt, schematisch durch breite Verbindungsbalken dargestellt. In die Balken schreibt man, welchen Teil des Busses sie symbolisieren. Die Richtung des Datenflusses auf den Bus-Leitungen wird zusätzlich durch Pfeile gekennzeichnet.

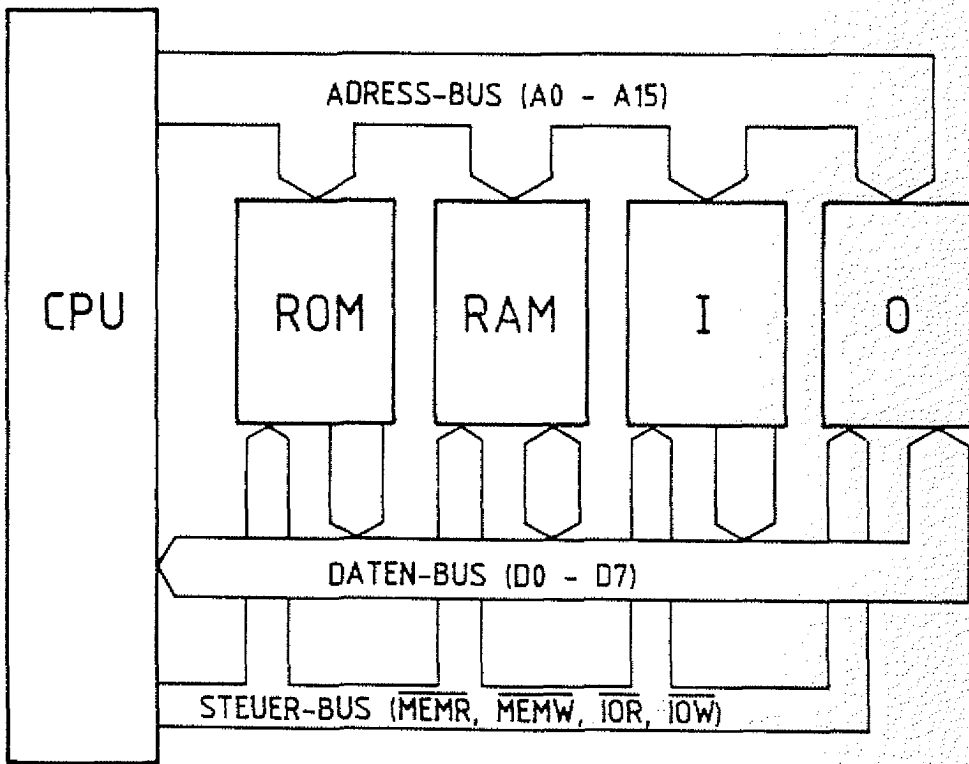


Bild 12: Darstellung der Bus-Leitungen

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER – TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

ÜBUNGSTEIL 1

Übungsteil 1

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie Messungen am Bus-System eines Mikrocomputers durchführen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 Adapterkarte 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Logik-Tester oder Vielfach-Meßinstrument
 - 2 Meßleitungen und Meßklips
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPO BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Messungen an den Bus-Leitungen sollten mit Hilfe der Adapterkarte durchgeführt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:

log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)

log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)

- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 1

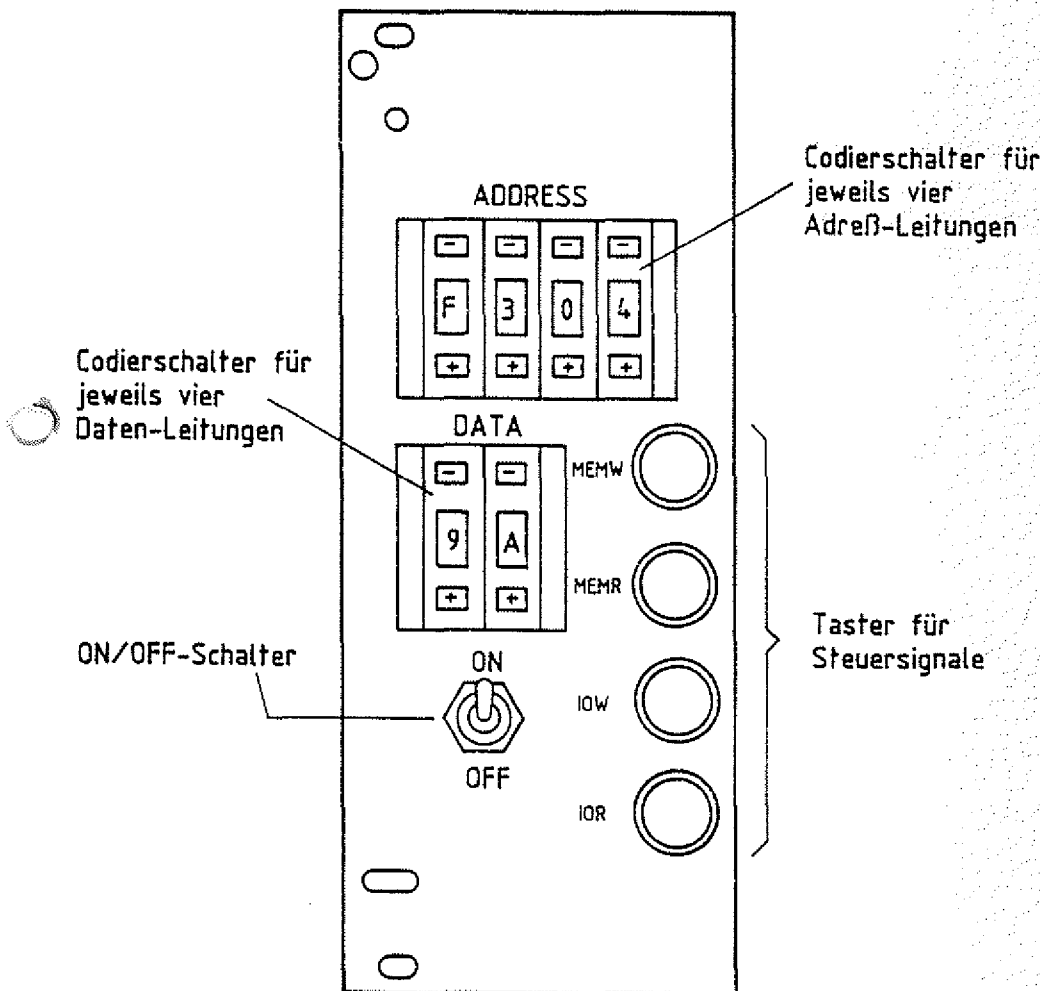
Bedienungshinweise:

Bus-Signalgeber

In der Frontplatte des Bus-Signalgebers befinden sich sogenannte Codierschalter, mit denen die Adreß- und Daten-Signale im Hexadezimalcode eingestellt werden können. Jeder einzelne Codierschalter liefert die 16 möglichen Signalkombinationen für 4 Busleitungen. Für die 16 Leitungen des Adreß-Busses sind daher vier Codierschalter vorhanden, für die 8 Leitungen des Daten-Busses zwei.

Für die Steuersignale zum Aktivieren der Speicher und Ein-/Ausgabe-Einheiten sind vier Taster vorgesehen.

Mit dem ON/OFF-Schalter kann die Signalausgabe des Bus-Signalgebers gesperrt (OFF) werden, so daß die eingestellten Adreß-, Daten- und Steuersignale nicht auf den System-Bus gelangen können. Der Schalter muß sich bei dieser Übung in Stellung "ON" befinden.



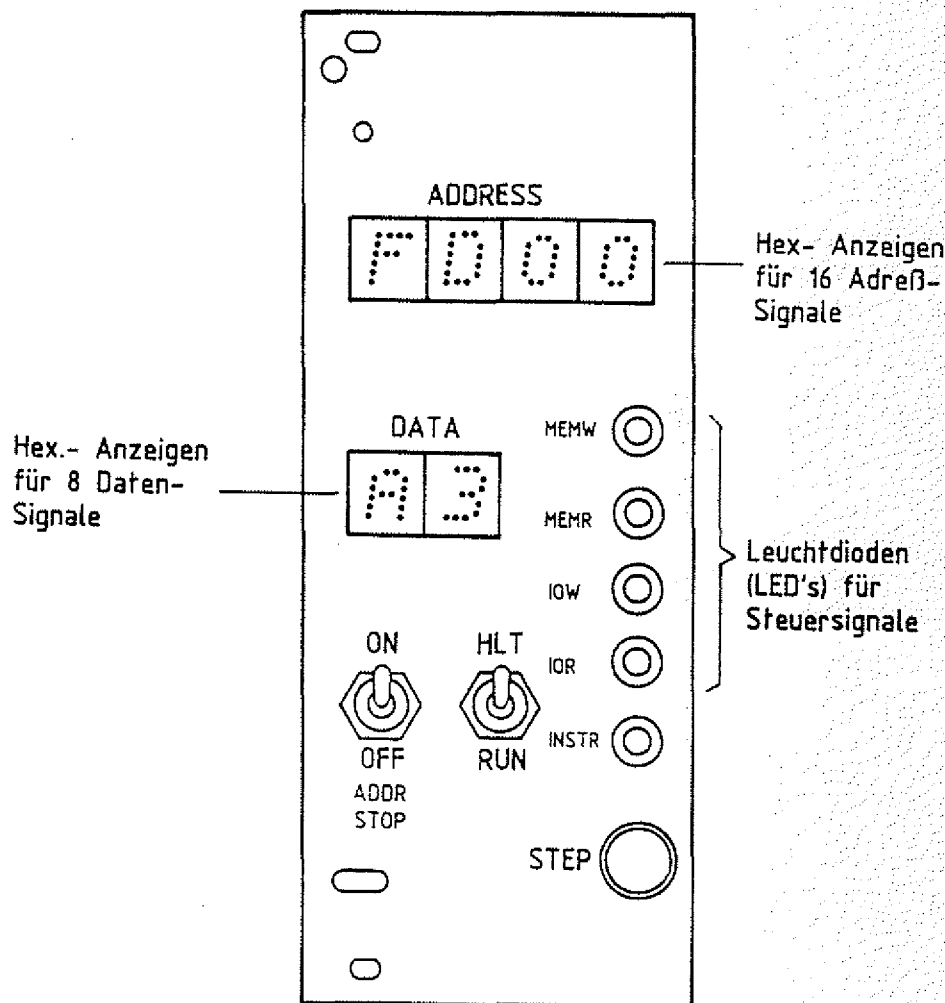
Bus-Signalgeber

Übungsteil 1

Beachten Sie bitte, daß die Kurzzeichen der vier Steuersignale in den Schaltungsunterlagen mit einem Negationsstrich versehen sind. Bei Aktivierung eines Steuersignals führt die zugehörige Signalleitung logisch "0"-Signal ("aktiv-Low-Signal").

Bus-Signalanzeige

Der Signalzustand des Bus-Systems kann mit der Bus-Signalanzeige sichtbar gemacht werden. Die Anzeige der Adreß- und Daten-Signale erfolgt über spezielle Leuchtdioden-Anzeigen im Hexadezimal-Code. Für den Signalzustand der Steuerleitungen dagegen sind einzelne Leuchtdioden vorgesehen. Die Schalter und der Taster in der Frontplatte der Baugruppe werden in dieser Übung nicht benötigt, ihre Stellung ist beliebig.

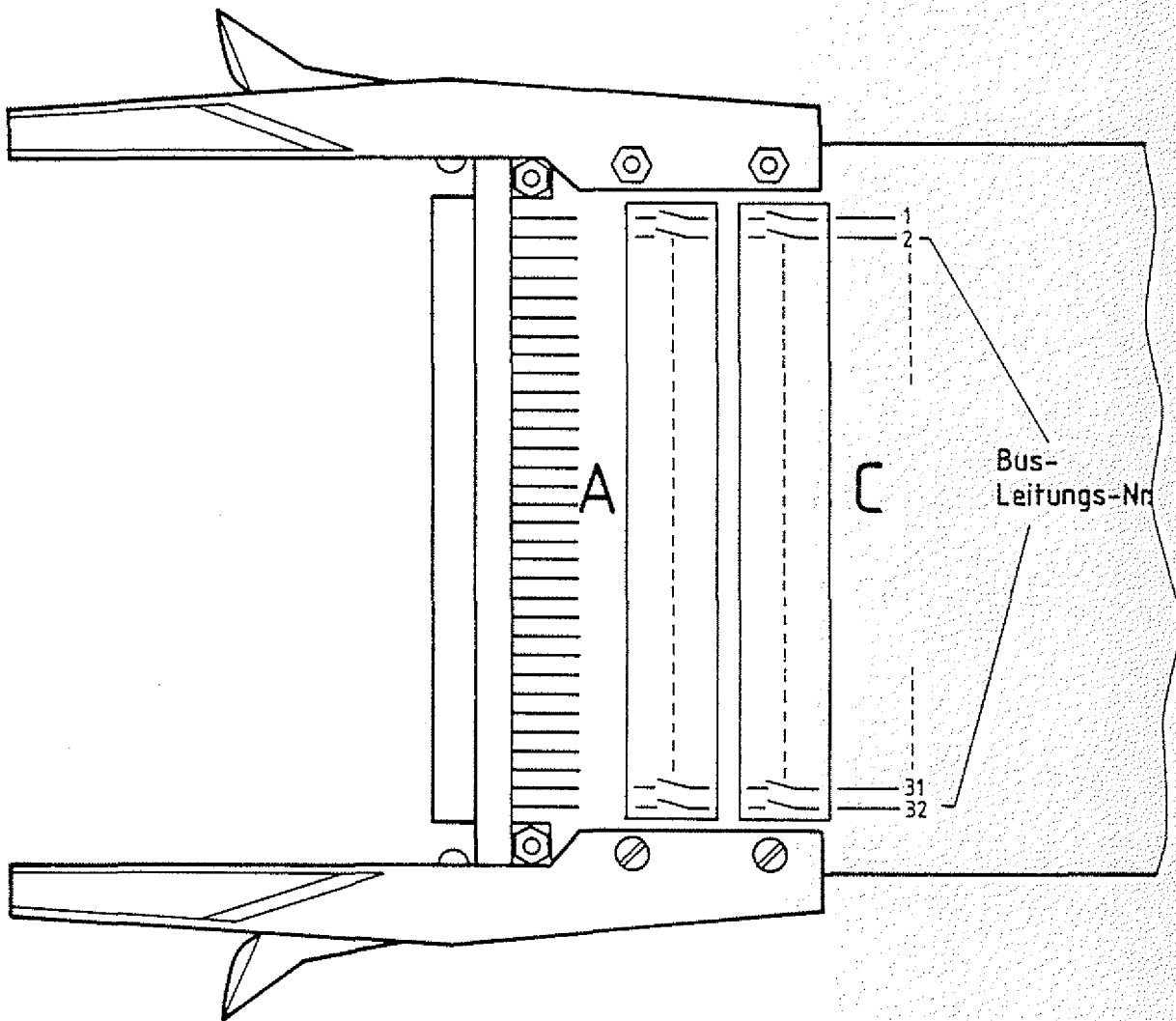


Bus-Signalanzeige

Übungsteil 1

Adapterkarte 64polig

Die untenstehende Abbildung zeigt die Belegung der Schalter/Brücken an der Frontseite der Baugruppe. Hier können die Signale des Bus-Systems gemessen werden.



Adapterkarte 64polig

Übungsteil 1

Die Tabelle zeigt die Signalbelegung des Bus-Systems.

Stift-Nr.	Reihe		Bemerkung
	a	c	
1	+5V	+5V	
2			
3			
4	D0	D1	
5	D2	D3	
6	D4	D5	
7	D6	D7	
8			
9	$\overline{\text{IOW}}$	$\overline{\text{MEMW}}$	
10	$\overline{\text{IOR}}$	$\overline{\text{MEMR}}$	
11			
12			
13			
14			
15			
16		A0	
17	A1	A2	
18	A3	A4	
19	A5	A6	
20	A7	A8	
21	A9	A10	
22	A11	A12	
23	A13	A14	
24	A15		
25			
26			
27			
28			
29			
30			
31			
32	0V	0V	

A1

Messen der Adreß-Signale auf dem Adreß-Bus

Die notwendigen Adreß-Signale werden vom Bus-Signalgeber auf den Adreß-Bus geschaltet.

Stecken Sie den Bus-Signalgeber in den Baugruppenträger und schalten Sie die Spannungsversorgung ein. Schalter ON/OFF → ON*.

Stellen Sie den folgenden Signalzustand am Adreß-Bus ein. Ermitteln Sie dazu zuerst die hexadezimale Darstellung der Adreß-Signale. Überprüfen Sie die Spannungspegel auf den 16 Adreß-Leitungen mit Hilfe eines Logik-Testers oder Vielfachmeßinstruments und tragen Sie die Meßergebnisse in die Tabelle ein.

Adreß-Leitung	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
gewünschter Signalzustand	1	0	1	0	0	1	1	0	1	1	0	0	1	0	1	1

Erforderliche Hex-Darstellung

--	--	--	--	--

Adreß-Leitung	15	14	13	12	11	10	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
Stift-Nr.																
gemessener Pegel																

* ON/OFF → ON bedeutet: Schalter ON/OFF auf ON stellen.



A2

Messen der Daten-Signale auf dem Daten-Bus

Die notwendigen Daten-Signale werden vom Bus-Signalgeber auf den Daten-Bus geschaltet.

Stellen Sie an den Daten-Bus-Schaltern den Zustand "A5" ein. Überlegen Sie sich vor der meßtechnischen Überprüfung, welche logischen Signalzustände auf den Leitungen vorhanden sein müssen. Tragen Sie diese in die Tabelle ein.

Lodierschalter - Einstellung	A	5
---------------------------------	---	---

Daten-Leitung	7	6	5	4	3	2	1	0
erforderlicher Pegel								

Überprüfen Sie Ihre Überlegungen durch Messung der Pegel.

Daten-Leitung	7	6	5	4	3	2	1	0
Stift - Nr.								
gemessener Pegel								

Welcher Dezimalzahl entspricht die Bit-Kombination auf den Datenleitungen?

Dezimal-Darstellung			
---------------------	--	--	--

Anleitung:

Zur Umwandlung einer Dual- in eine Dezimal-Zahl kann z.B. das Stellenwertprinzip angewendet werden, bei dem jede Stelle der Dualzahl mit der zugehörigen Zweierpotenz ($2^0, 2^1, 2^2, \dots$) multipliziert und anschließend aufaddiert wird.



Überprüfung der Steuersignale

A3

Bei Betätigung der Steuersignal-Taster auf dem Bus-Signalgeber werden die entsprechenden Steuer-Bus-Leitungen aktiviert.

Betätigen Sie nacheinander die vier Steuer-Signale und messen Sie die zugehörigen Spannungspegel auf den Leitungen des Steuer-Busses.

Steuersignal-Taste	Stift-Nr.	Taster	Gemessener Pegel
MEMW		AUS	
		EIN	
MEMR		AUS	
		EIN	
IOW		AUS	
		EIN	
IOR		AUS	
		EIN	

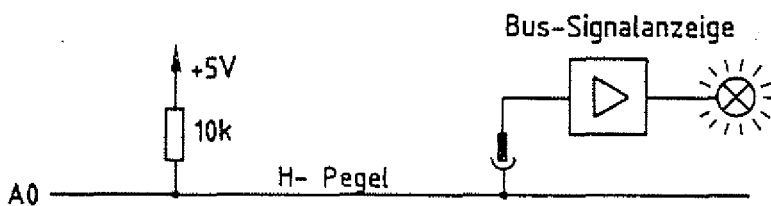


A4.1

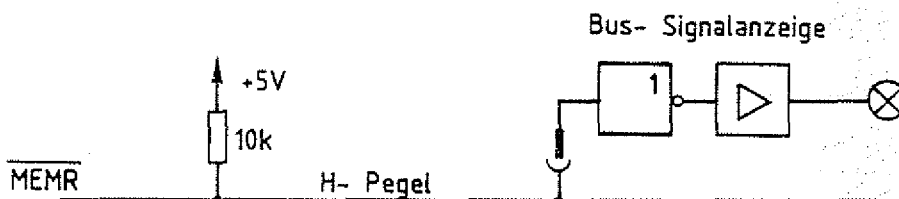
Überprüfen der Wirkung der Steuersignale auf der Bus-Signalanzeige

Stecken Sie anstelle des Bus-Signalgebers zunächst nur die Bus-Signalanzeige in den Baugruppenträger (Betriebsspannung vorher ausschalten).

Nach dem Einschalten der Betriebsspannung müssen alle Hexadezimalanzeigen "F" anzeigen. Das bedeutet, daß alle Adreß- und Daten-Leitungen H-Pegel führen. Der Grund wird aus der folgenden Skizze ersichtlich, in der die Adreß-Leitung A0 als Beispiel dargestellt ist. Alle Leitungen des Bus-Systems sind, wie in der Skizze dargestellt, über sogenannte Pull-up-Widerstände mit der Betriebsspannung verbunden. Wenn keine Baugruppe am Bus-System Signale auf den Bus schaltet, führen alle Leitungen H-Pegel.



Anders ist es bei den vier Steuersignalen. Die vier Leuchtdioden bleiben dunkel, weil der aktive Zustand eines Steuersignals durch L-Pegel auf der zugehörigen Steuerleitung signalisiert wird. Weil die Leuchtdioden nur den aktiven Zustand anzeigen sollen, werden sie auf der Bus-Signalanzeige mit den invertierten Signalen der Steuerleitungen angesteuert.



A4.2

Stecken Sie nun zusätzlich noch den Bus-Signalgeber in den Baugruppenträger.

Stellen Sie beliebige Adreß- und Daten-Signale (allerdings nicht alles "F") ein und betätigen Sie nacheinander die vier Steuersignale. Beobachten Sie dabei, welcher Signalzustand sich am Daten-Bus einstellt und versuchen Sie das Verhalten zu begründen.

betätigte Steuersignal- Taste	Daten	
	eingestellt	angezeigt
MEMW		
MEMR		
IOW		
IOR		

Die Ursache für das Verhalten:

Immer dann, wenn der Speicher oder die Eingabe-Baugruppen durch die Steuersignale $\overline{\text{MEMR}}$ bzw. $\overline{\text{IOR}}$ aufgefordert werden, ihrerseits Daten auf den Daten-Bus zu schalten, müssen die Datensignale des Bus-Signalgebers vom Daten-Bus getrennt werden. Da sich keine weitere Baugruppe im Baugruppenträger befindet, führen beim Auftreten dieser Steuersignale alle Datenleitungen H-Pegel und die Bus-Signalanzeige zeigt "FF" an.

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

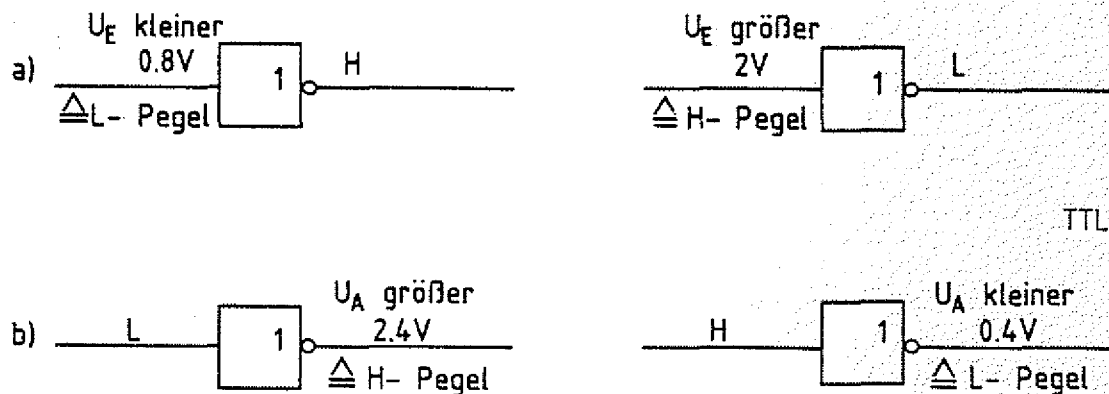
THEORIETEIL 2

Theorieteil 2

2.1. Tristate-Technik

Im folgenden soll näher beleuchtet werden, welche Eigenschaften die digitalen Bausteine (Gatter, usw.) aufweisen müssen, die an die Bus-Leitungen angeschlossen werden. Die Anschlüsse vieler Mikroprozessor-Bausteine sind TTL-kompatibel, d.h., daß ihre Schalteigenschaften der Transistor-Transistor-Logikfamilie angepaßt sind. Die Bezeichnung TTL resultiert aus der Art der Schaltungstechnik, die im wesentlichen nur Transistoren für den Aufbau der Verknüpfungsschaltungen verwendet. Unter anderem bedeutet dies, daß die Spannungswerte an den Ein- und Ausgängen der IC's ganz bestimmte Grenzwerte nicht überschreiten dürfen. Betrachten wir dazu z.B. einen einfachen TTL-Inverter. In Bild 13a sind die Grenzwerte für die Eingangsspannungen eingetragen.

TTL-Schaltkreis-Familie



TTL-Pegel

Bild 13 a und b: Eingangs- und Ausgangspegel für die TTL-Technik

Die Eingangsschaltung des TTL-Gatters erkennt L-Signal, wenn die Eingangsspannung kleiner als 0,8 V ist und H-Signal, wenn sie größer als 2 V ist. Bild 13b zeigt die Grenzwerte für die Ausgangsspannungen.

Ein TTL-Gatter liefert bei H-Signal am Ausgang eine Spannung, die größer als 2,4 V und bei L-Signal kleiner als 0,4 V ist.

Theorieteil 2

Bild 14 zeigt die Innenschaltung eines TTL-Inverters, weil für die folgenden Überlegungen die Kenntnis der Ausgangsstufe der Gatter wichtig ist.

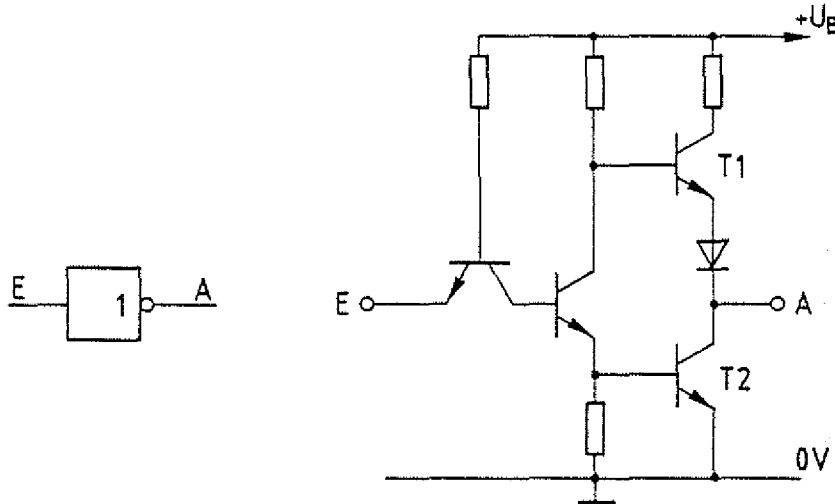


Bild 14: Innenschaltung TTL-Gatter

Die Ausgangsstufe der TTL-Gatter besteht üblicherweise aus einer sogenannten Gegentaktschaltung (totem pole). Je nachdem, ob der Ausgang H- oder L-Pegel führt, wird einer der beiden Transistoren T1 und T2, die wie Schalter wirken, gesperrt (Bild 15).

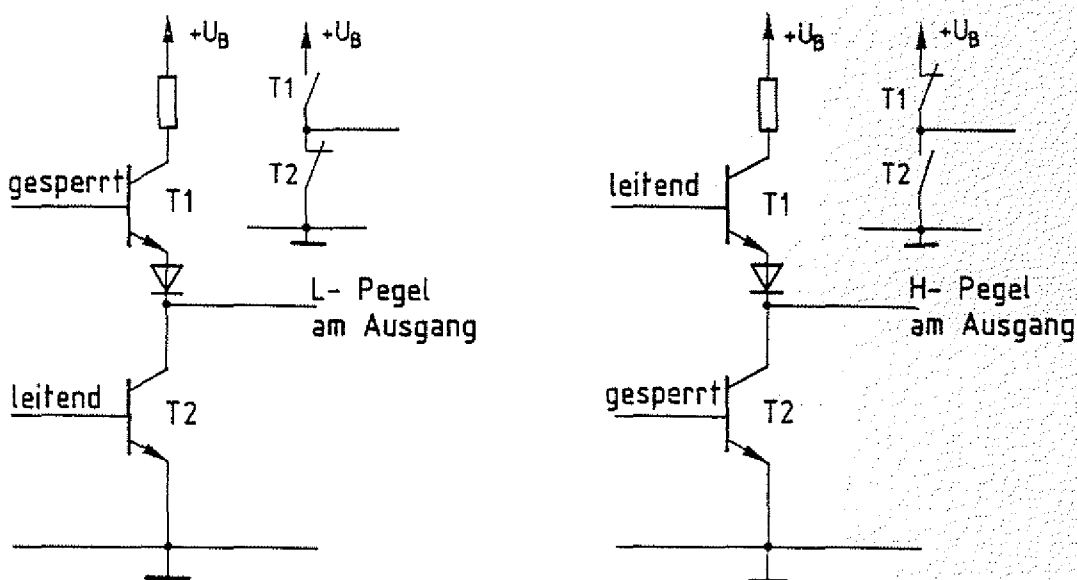


Bild 15: Zustand der Ausgangsstufe bei L- und H-Pegel

Diese TTL-Gatter sind für Baugruppen, die als Sender auf den Daten-Bus wirken, nicht geeignet.

Theorieteil 2

Betrachten Sie dazu das Bild 16, in dem ein Daten-Bus dargestellt ist. An diesem Daten-Bus sind zwei Geräte angeschlossen, die jeweils bei Aufforderung durch den Prozessor Daten auf den Bus schalten können.

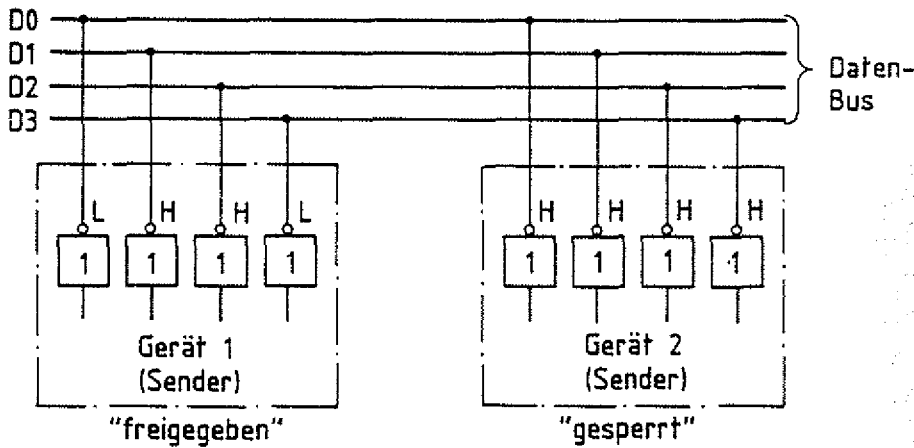


Bild 16: TTL-Gatter am Bus

Als Beispiel sei angenommen, daß das Gerät 1 gerade zum Senden seiner Daten aufgefordert wird und den Signalzustand 0110 auf den Daten-Bus geschaltet hat. Da das Gerät 2 gesperrt ist, führen die zugehörigen Ausgänge H-Signal. Wenn wir nun die Datenleitung D0 getrennt betrachten und etwas verändert herauszeichnen (Bild 17), so erkennt man, daß es an den Ausgängen der angeschlossenen Gatter zu einem Kurzschluß kommt, der die Transistoren zerstören kann.

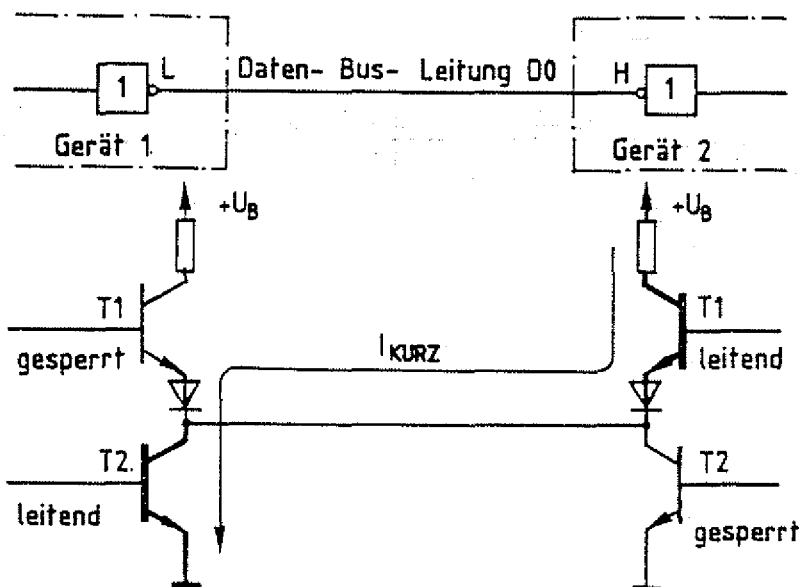


Bild 17: Kurzschlußstrom zwischen TTL-Gattern

Theorieteil 2

Um dies zu vermeiden, hat man die sogenannte Tristate-Technik (Dreistufen-Technik) entwickelt. Tristate-Gatter besitzen einen besonderen Eingang, über den der Gatter-Ausgang vollkommen gesperrt werden kann, so daß der Ausgang weder H- noch L-Pegel führt (offener Ausgang). Im Prinzip kann man das mit Hilfe eines Schalters erreichen, über den der Gatter-Ausgang intern vom IC-Anschluß getrennt wird (Bild 18). Führt der Freigabe-Eingang H-Signal, so ist der Schalter geschlossen; bei L-Signal ist er geöffnet.

Tristate-Technik

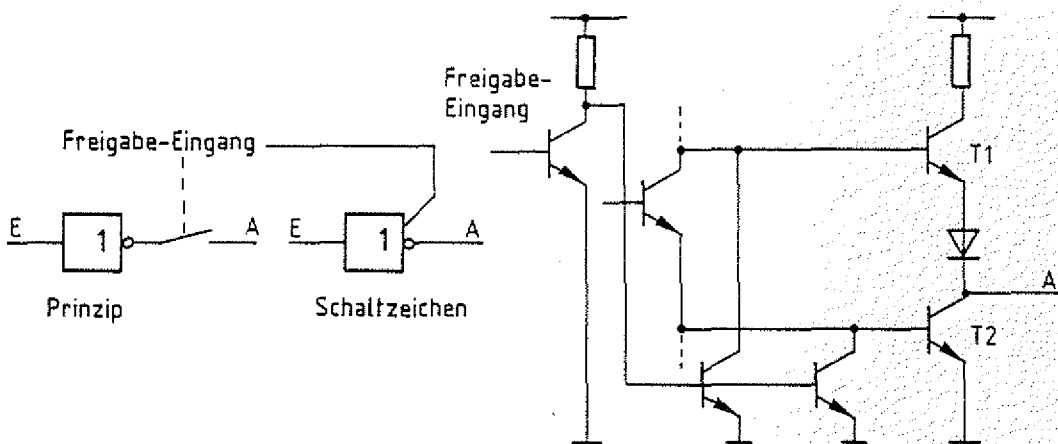
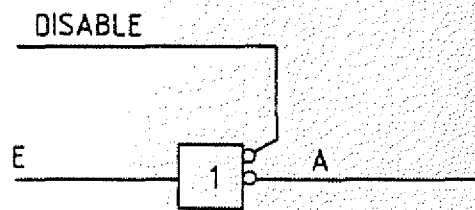
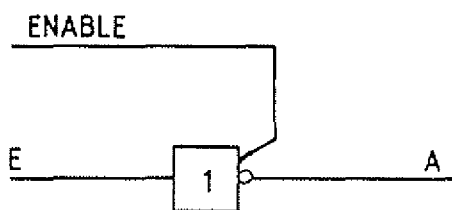


Bild 18: Tristate - Gatter, Prinzip, Schaltzeichen u. Innenschaltung

Praktisch wird dieser dritte Zustand (neben H- und L-Pegel) am Ausgang dadurch erreicht, daß die beiden Transistoren der Gegentaktstufe gesperrt werden. Der Freigabe-Eingang wird meist mit "ENABLE" (ermöglichen, d.h. hier "verbunden") bzw. mit "DISABLE" (unmöglich machen, d.h. hier "nicht verbunden") bezeichnet, je nachdem, ob das H-Signal am Freigabe-Eingang das Gatter freigibt oder sperrt (Bild 19).

ENABLE
DISABLE



ENABLE	AUSGANG
L	gesperrt
H	L oder H

DISABLE	AUSGANG
L	L oder H
H	gesperrt

Bild 19: Tristate-Gatter , Wahrheitstabelle

Theorieteil 2

Alle Daten-Bus-Leitungen derjenigen Baugruppen, die Daten auf den Bus schalten können (Prozessor, Speicher, Eingabe), werden über Tristate-Gatter an den Bus angekoppelt. Da der Mikroprozessor immer nur eine Baugruppe freigeben wird, ist auch immer nur ein Sender am Daten-Bus wirksam. Baugruppen, die nur Daten empfangen, brauchen dagegen nicht vom Daten-Bus getrennt zu werden.

2.2. Kurzschlüsse auf Bus-Leitungen

In ähnlicher Weise wie oben beschrieben, können die Gatterausgänge zerstört werden, wenn Kurzschlüsse zwischen benachbarten Bus-Leitungen vorliegen und die kurzgeschlossenen Leitungen unterschiedliche Signalpegel führen (Bild 20).

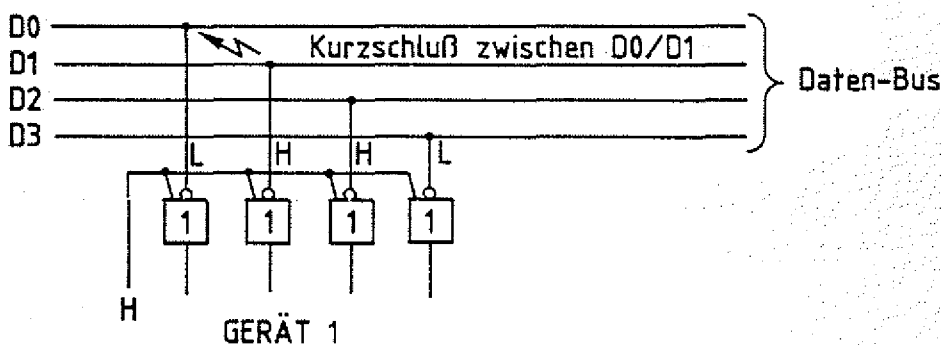


Bild 20: Kurzschluß zwischen Bus-Leitungen

Mit solchen Kurzschlußfehlern muß insbesondere bei der Inbetriebnahme von Bus-Systemen gerechnet werden. Um auch in diesen Fällen eine Zerstörung der Gatter zu verhindern, setzt man in Prüfbaugruppen Schaltkreise mit "Open-Collector-Ausgängen" (offener Kollektor) ein. Bei diesen Gattern fehlt der obere Transistor der Gegentaktstufe am Ausgang, so daß sie für den Betrieb noch einen externen Arbeitswiderstand benötigen (Bild 21).

Diesen Widerstand nennt man auch "Pull-Up-Widerstand" (pull up = hochziehen, hier nach U_B).

Open-Collector,
OC-Technik

Pull-Up-Wider-
stand

Theorieteil 2

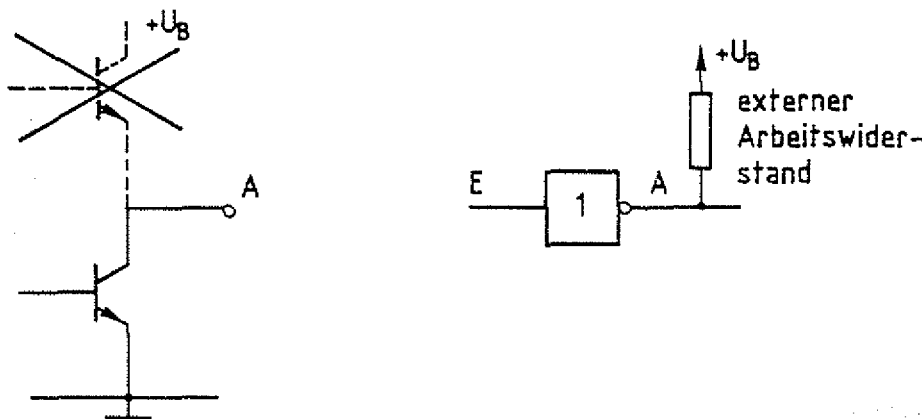


Bild 21: Gatterausgang mit "Pull-Up-Widerstand"

Bei Verwendung dieser Gatter fließt zwar der doppelte Strom durch den leitenden Transistor, sofern der oben geschilderte Kurzschlußfall auftritt, der aber bei geeigneter Dimensionierung der Pull-Up-Widerstände nicht zur Zerstörung der Transistoren führt (Bild 22).

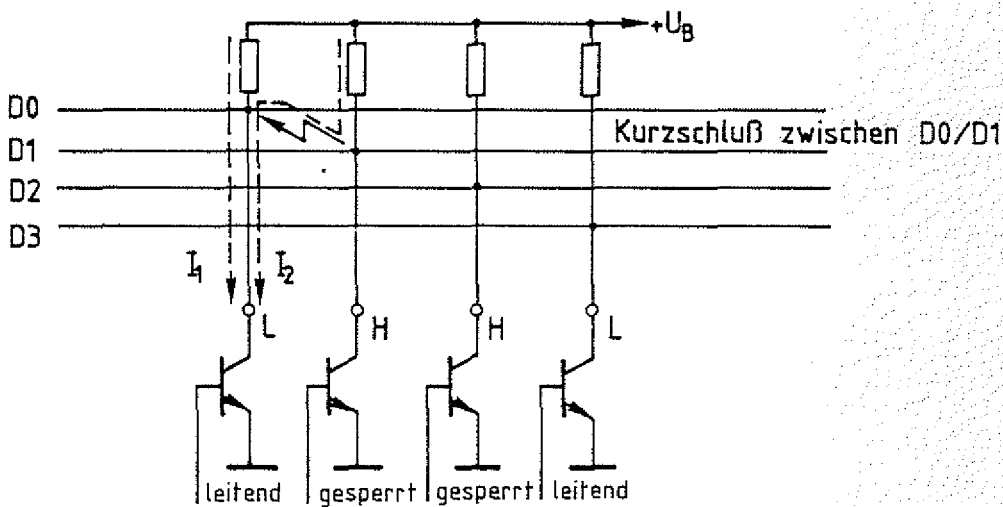


Bild 22: Kurzschluß zwischen Bus-Leitungen bei Gattern mit O.C.-Technik

Alle Adreß-, Daten- und Steuer-Signale des Bus-Signalgebers werden über Open-Collector-Treiber an das System geschaltet, da der Bus-Signalgeber in Verbindung mit der Bus-Signalanzeige auch für die Inbetriebnahme der Baugruppen und des Gesamtsystems verwendet wird.

Theorieteil 2

2.3. Unterbrechungen auf Bus-Leitungen

Leitungsunterbrechungen in digitalen Schaltungen, die aus TTL-Schaltkreisen aufgebaut sind, können nicht zur Zerstörung der Bausteine führen. Allerdings kommt es zu einer fehlerhaften Signalübertragung bzw. -Verarbeitung. Nicht beschaltete Eingänge von TTL-Schaltkreisen wirken so, als läge H-Pegel am Eingang an. Dagegen kann es bei CMOS-Schaltkreisen durch unbeschaltete Eingänge aufgrund einer dann auftretenden "Schwingneigung" zu einer Überhitzung und damit zur Zerstörung der Bausteine kommen. Dieses Verhalten hängt mit den hochohmigen Gate-Eingängen der MOS-Transistoren zusammen.

CMOS

2.4. Signal- Zeit-Diagramme für Bus-Systeme

In ähnlicher Weise, wie man die Bus-Verbindungen in Blockschaltbildern als breiten Verbindungsbalken darstellt, vereinfacht man die graphische Darstellung des Signalflusses auf den Bus-Leitungen durch schematisierte Liniendiagramme. Beispielsweise möge sich der Signalzustand auf den einzelnen Daten-Bus-Leitungen eines Mikrocomputersystems wie in Bild 23 dargestellt, ändern. In der Darstellung ist für jede einzelne Bus-Leitung ein Liniendiagramm gezeichnet.

Theorieteil 2

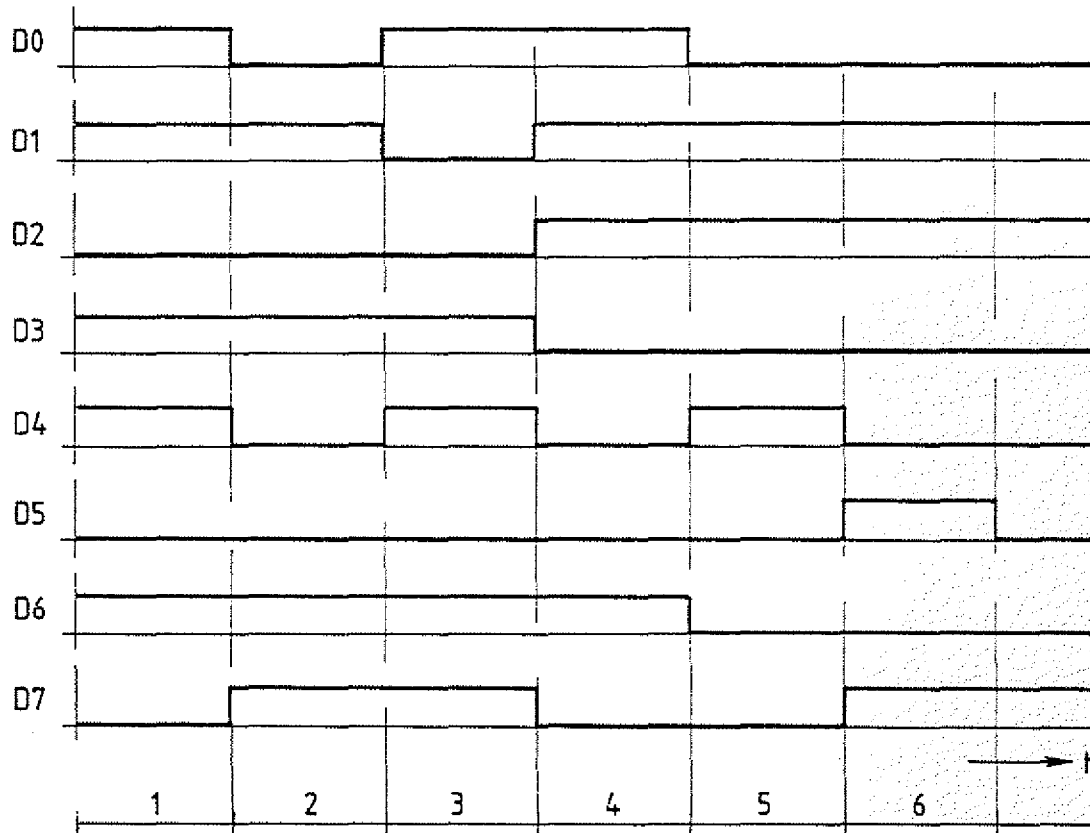


Bild 23: Zeitlicher Verlauf der Signale auf dem Daten-Bus

Diese Art der Darstellung ist sehr unübersichtlich und wird noch schwieriger zu überschauen, wenn beispielsweise noch Adreß- und Steuer-Signale berücksichtigt werden müssen. Statt dessen beschreibt man den Bus-Signalzustand mit einem Liniendiagramm, welches die gleiche Aussagekraft besitzt, wie die Liniendiagramme der einzelnen Bus-Leitungen zusammen.

Theorieteil 2

Ein solches Liniendiagramm ist für das Beispiel aus Bild 23 in Bild 24 dargestellt.

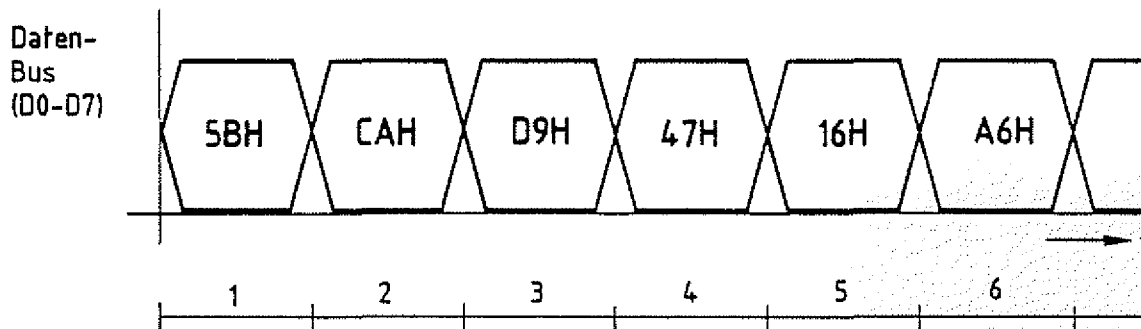


Bild 24: Vereinfachte Darstellung von Bus-Signalen im Liniendiagramm

Dieses Liniendiagramm kennzeichnet den Signalzustand aller acht Bus-Leitungen zusammen, weil der Signalzustand der Einzeitleitungen hexadezimal verschlüsselt in das Diagramm eingezeichnet ist. Die Zeitpunkte, zu denen sich neue Signalzustände einstellen, werden schematisch durch H-L- und L-H-Übergänge gekennzeichnet. Damit soll angedeutet werden, daß auf einigen Leitungen der Pegel von High nach Low und auf anderen von Low nach High wechselt. Auf welchen Leitungen ein Wechsel stattgefunden hat, muß aus dem hexadezimal verschlüsselten Zustand abgeleitet werden. Betrachten Sie z.B. den Zeitabschnitt 3. Auf dem Daten-Bus soll der Zustand D9H (H für hexadezimal) vorhanden sein. Mit Hilfe der Hex-Tabelle Bild 11 erhält man für 9H den Zustand 1001 und für DH 1101, so daß die Leitungen die folgenden Pegel führen: D7 = H, D6 = H, D5 = L, D4 = H, D3 = H, D2 = L, D1 = L und D0 = H. Vergleichen Sie diese Pegel mit den Liniendiagrammen in Bild 23.

Am Daten-Bus kann der Zustand auftreten, daß alle Sender gesperrt sind. Aufgrund der Tristate-Technik sind dann alle Bus-Leitungen offen und führen weder H- noch L-Pegel. Dieser Zustand wird häufig wie in Bild 25 dargestellt gekennzeichnet:

Theorieteil 2

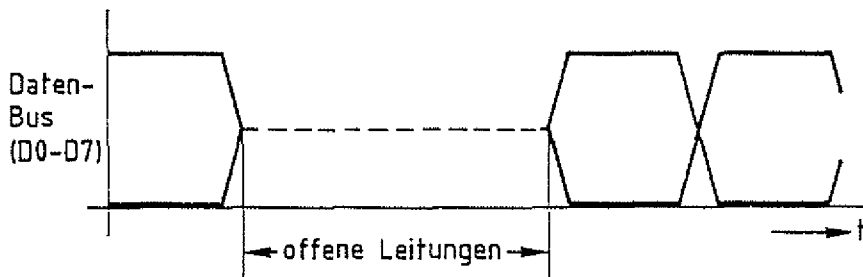


Bild 25: Darstellung des hochohmigen Zustandes von Bus-Leitungen
 Soll zusätzlich im Diagramm noch zum Ausdruck gebracht werden, welche Signale andere Signalwechsel zur Folge haben, so trägt man Wirkungspfeile in die Diagramme ein, die Ursache und Wirkung erkennen lassen. Das gewählte Beispiel in Bild 26 verdeutlicht, daß das Steuersignal vom Prozessor für "Speicher lesen" (MEMR) zur Folge hat, daß der Speicher seine Daten auf den Bus schaltet.

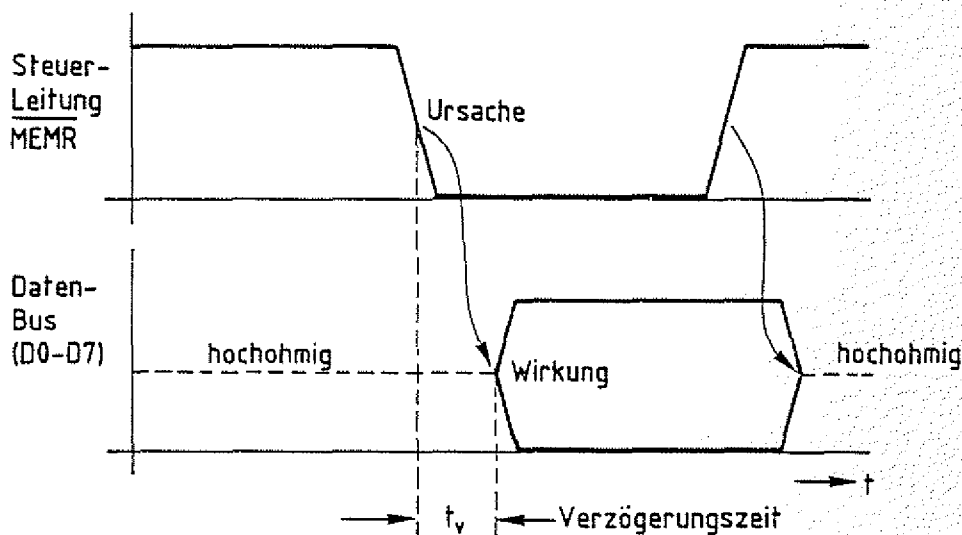


Bild 26: Darstellung von Ursache und Wirkung in Signal-Zeit-Diagrammen

Da die Signale von den Baugruppen nicht unendlich schnell verarbeitet werden, ergeben sich meist kurze Verzögerungszeiten, wie im Bild 26 dargestellt. Der Speicher benötigt nach der Aufforderung, seine Daten auf den Bus zu schalten, eine kurze Verzögerungszeit, um den Schaltvorgang durchzuführen (bei üblichen Speichern zwischen 50...500nsec). Dies wird durch den Versatz zwischen Ursache und Wirkung gekennzeichnet.

Theorieteil 2

Mit Hilfe dieser Darstellungsart ist in Bild 27 der zeitliche Signalablauf auf dem System-Bus beim Lesen der Speicherstelle 1F03H durch den Mikroprozessor dargestellt. Der Speicher soll dabei die Daten 11001010 bereitstellen.

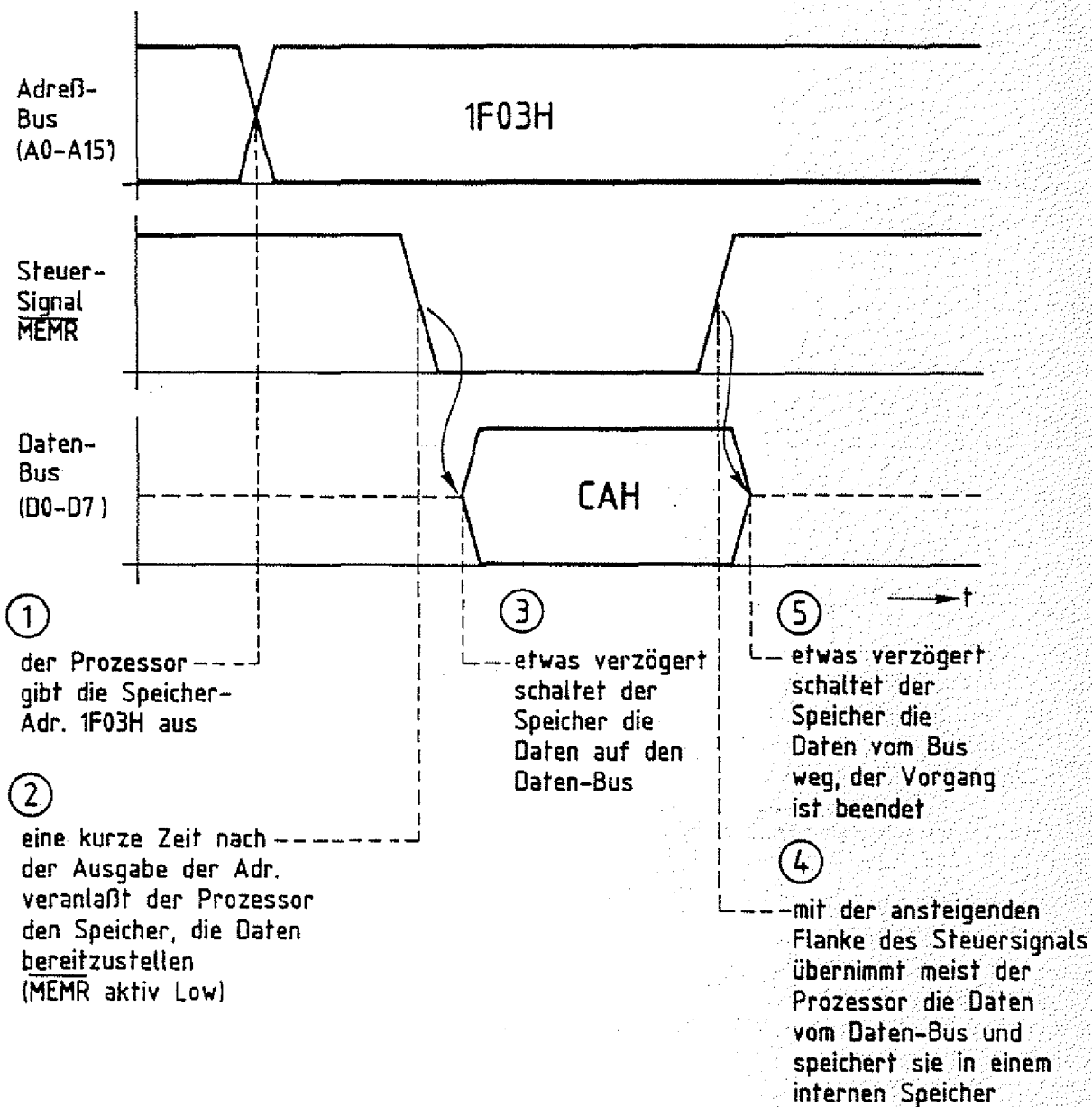


Bild 27: Signal-Zeit-Diagramm für das Lesen einer Speicherstelle durch den Prozessor

FACHTHEORETISCHE ÜBUNG MIKROCOMPUTER — TECHNIK

AUFBAU VON DV-ANLAGEN
UND BUS-SYSTEMEN

BFZ/MFA 10.1.

ÜBUNGSTEIL 2

Übungsteil 2

In den folgenden Arbeitsschritten werden Sie Messungen am Bus-System eines Mikrocomputers durchführen.

Dazu benötigen Sie:

- 1 Baugruppenträger mit Busverdrahtung (BFZ/MFA 0.1.)
 - 1 Bus-Abschluß (BFZ/MFA 0.2.)
 - 1 Trafo-Einschub (BFZ/MFA 1.1.)
 - 1 Spannungsregelung (BFZ/MFA 1.2.)
 - 1 Bus-Signalgeber (BFZ/MFA 5.1.)
 - 1 Bus-Signalanzeige (BFZ/MFA 5.2.)
 - 1 Adapterkarte 64polig (BFZ/MFA 5.3.)
 - 1 Logik-Tester oder Vielfach-Meßinstrument
 - 4 Meßleitungen und Meßklips
- } zusammengebaut und
geprüft nach
FPO BFZ/MFA 1.2.
Arbeitsblatt A7

Allgemeine Hinweise zur Durchführung der Übungen:

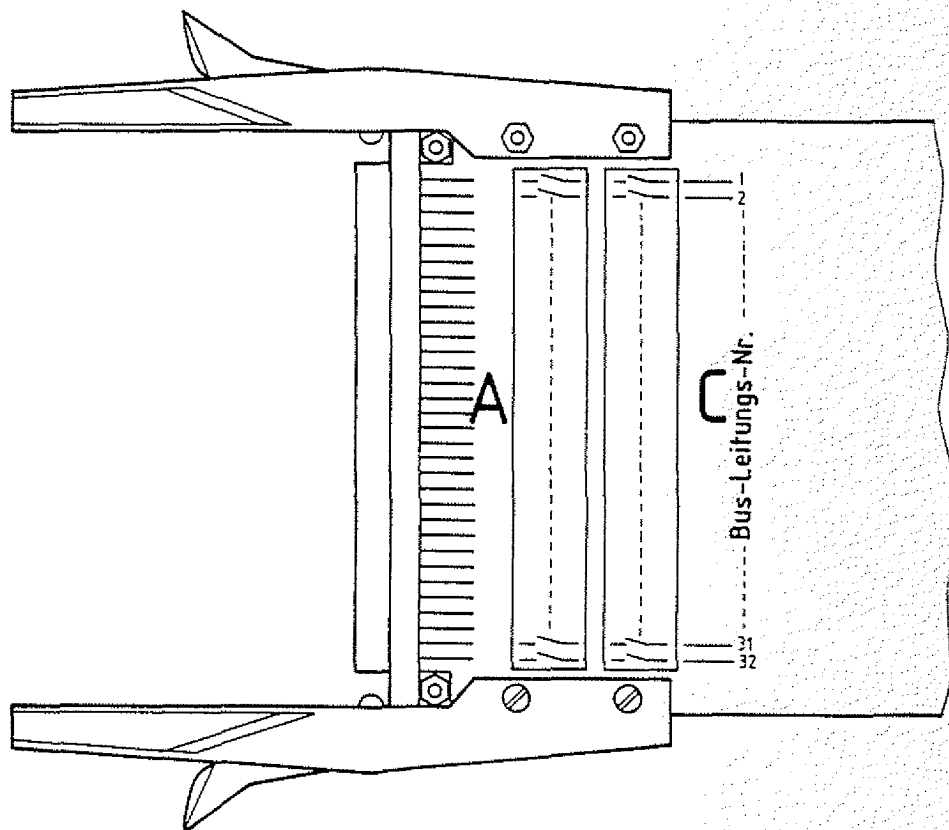
- Die Einschübe dürfen nur bei abgeschalteter Betriebsspannung gesteckt oder gezogen werden
- Aufgrund der Busverdrahtung können die Baugruppen in beliebige Steckplätze gesteckt werden
- Messungen an den Bus-Leitungen sollten mit Hilfe der Adapterkarte durchgeführt werden
- Den logischen Signalen "0" und "1" sind die folgenden Pegel zugeordnet:
 - log. "0" $\hat{=}$ 0...0,8 V (LOW)
 - log. "1" $\hat{=}$ 2,4...5 V (HIGH)
- Alle zur Messung an den Baugruppen vorgegebenen Arbeitsblätter enthalten:
 - = Angaben über den Sinn der jeweiligen Messung
 - = Angaben über einzustellende Bedingungen (z.B. Schalterstellungen)
 - = Aufgabenstellungen, ggf. mit Hinweisen zu möglichen Fehlern.

Übungsteil 2

Bedienungshinweise:

Adapterkarte 64polig

Kurzschlüsse auf Bus-Leitungen können Sie mit Hilfe von Meßleitungen/Meßklips an den Drahtbrücken/Schaltern herstellen, die sich an der Vorderseite der Adapterkarte befinden.



Adapterkarte 64polig

Zum Herstellen von Unterbrechungen wird diejenige Baugruppe, für die die Unterbrechungen wirksam werden sollen, über die Adapterkarte mit dem System-Bus verbunden. Dazu müssen vorher die entsprechenden Drahtbrücken oder Schalter geöffnet werden.

Messungen am Daten-Bus bei einer unterbrochenen Datenleitung

Stecken Sie die Bus-Signalanzeige direkt und den Bus-Signalgeber über die Adapterkarte in den Baugruppenträger. Unterbrechen Sie die Datenleitung D2.

Schalten Sie die Betriebsspannung ein.

Ermitteln Sie die von der Bus-Signalanzeige angezeigten Daten, wenn Sie nacheinander alle möglichen sechzehn Signalzustände an den unteren vier Daten-Leitungen einstellen. Überprüfen Sie auch mit Hilfe eines Logiktesters/Meßgeräts den Zustand der offenen Datenleitung an der Bus-Signalanzeige.

A1

eingestellte Daten	angezeigte Daten
00	
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
0A	
0B	
0C	
0D	
0E	
0F	

Begründen Sie, warum nicht alle Daten falsch angezeigt werden.



Aufbau von DV-Anlagen und Bus-Systemen

Name: _____

Übungsteil 2

Datum: _____

Messungen am Daten-Bus bei einem Kurzschluß zwischen zwei Datenleitungen

A2

Stellen Sie die Verbindung der Datenleitung D2 wieder her und schließen Sie die Leitungen D2 und D3 kurz.

Ermitteln Sie zu den eingestellten Daten die vom Bus-Signalgeber angezeigten.

eingestellte Daten	angezeigte Daten
00	
01	
02	
03	
04	
05	
06	
07	
08	
09	
0A	
0B	
0C	
0D	
0E	
0F	

Begründen Sie, warum nicht alle Daten falsch angezeigt werden.

Ende der Übung!