

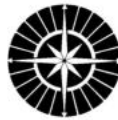
Herausgeber: Rolf Weber

Fernschule Bremen

Verfasser: Dipl.-Ing. Hans-Joachim Permien

Ing. grad. Dieter Cave

Zulassungs-Nummer: 6203/84



Fernlehrgang

# **Mikroprozessortechnik 8080/8085**

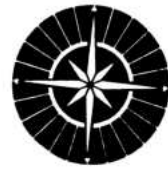
## **Einführung mit dem MICROMASTER**

Staatlich geprüft



4 Lehrbriefe

mit Übungssystem MICROMASTER und Netzteil



## Studienanleitung

### 1. Einleitung

Wir freuen uns, Sie als Lehrgangsteilnehmer begrüßen zu können. Weil uns ebenso wie Ihnen viel daran gelegen ist, daß Sie Ihren Lehrgang auf eine gute und erfolgreiche Weise absolvieren, möchten wir Sie bitten, die Hinweise und Ratschläge, die wir Ihnen hier geben, sorgfältig zu beachten. Es geschieht zu Ihrem persönlichen Nutzen.

Jeder arbeitet anders, persönlich; es gibt deshalb im einzelnen kein Arbeitsschema, auf das wir Sie verpflichten könnten. Außerdem ist es gerade einer der Vorteile der Fernlehrmethode, daß Sie Ihre Studienarbeit ganz Ihren individuellen Gegebenheiten anpassen können. Trotzdem sollten Sie unsere grundsätzlichen Bemerkungen unbedingt befolgen. Es ist Ihr eigener Vorteil. Halten Sie sich also bitte an die Anleitungen und Hinweise, die wir Ihnen nachfolgend geben. Nur dann können wir die Verantwortung für einen erfolgreichen Studienverlauf übernehmen.

Wahrscheinlich wird es Ihre erste Begegnung mit dem Fernunterricht sein. Sie sind nicht, wie Sie das von einer anderen Schule her gewohnt sind, Mitglied einer Klasse; es steht kein Lehrer vor Ihnen, der eine bestimmte Leistung fordert.

Die Forderung, regelmäßig eine Lernleistung zu erbringen, muß von Ihnen selbst kommen. Diese Umstellung verlangt eine eingehende Kenntnis der Methodik des Lernens, wenn Ihr Studium nicht schon beim bloßen Vorsatz enden soll. Sofern Sie unsere Anleitung nur ein einziges Mal lesen, werden Sie nur einen Teil unserer Empfehlungen verstehen und bei Ihrer Arbeit anwenden. Den Rest werden Sie vergessen. Deshalb lautet unsere dringende Empfehlung: Lesen Sie nach einiger Zeit alle Teile dieser Studienanleitung nochmals durch. Viele unserer Ratschläge werden dann erfahrungsgemäß auf fruchtbaren Boden fallen.

Wir wünschen Ihnen bei Ihrem Studium viel Freude und viel Erfolg. Beides wird nicht ausbleiben, wenn Sie sich unsere Empfehlungen zunutze machen. Sollten trotzdem irgendwelche Schwierigkeiten auftauchen, so steht Ihnen Ihr Lehrgangsleiter jederzeit mit Rat und Tat zur Verfügung.

## 2. Die Methodik des Arbeitens

Wie schon gesagt wurde, kann die richtige Lerntechnik nicht allgemein gültig dargelegt werden. Jeder Mensch arbeitet anders. Das bedeutet aber nicht, daß Sie jetzt schon die richtige, für Sie optimale Arbeitstechnik anwenden. Versuchen Sie immer wieder, Ihre Arbeitsmethodik zu verbessern, indem Sie etwas anderes ausprobieren und das Resultat kritisch mit dem vergleichen, was Sie bisher erreicht haben.

### Ihr Arbeitsplatz

Richten Sie sich Ihren Arbeitsplatz so ein, daß Sie ungestört arbeiten können. Wenn es irgendmöglich ist, wählen Sie einen Arbeitsplatz, an dem alles Notwendige (Lehrmaterial, Schreibzeug, Papier usw.) griffbereit zur Verfügung steht. Ihr Arbeitstisch sollte stabil sein und eine normale Arbeitshöhe von etwa 80 cm haben. Dazu passen muß der Stuhl, dessen Sitzhöhe je nach Ihrer Körpergröße 45 - 55 cm hoch sein sollte. Schubladen, welche die Bewegungsfreiheit Ihrer Beine einengen, sollte der Tisch nicht haben. Die Platte des Arbeitstisches muß so breit sein, daß Sie die beiden nach außen angewinkelten Ellenbogen noch auflegen können; sonst wird das Schreiben bald ermüdend. Die Tischplatte sollte so tief sein, daß Sie ohne Behinderung noch Papier usw. hinter Ihren Lehrbrief legen können.

Sorgen Sie für Ordnung an Ihrem Arbeitsplatz. Das ist nicht nur angenehmer. Es erspart auch Zeit. Sorgen Sie für blendfreies Licht von ausreichender Stärke. Wenn irgendmöglich sollte das ganze Gesichtsfeld, d. h. die Arbeitsfläche, die gleiche Helligkeit aufweisen.

### Zeitplanung

Es bleibt Ihnen überlassen, wie Sie Ihren Stundenplan gestalten. Wesentlich ist nur, daß Sie wirklich regelmäßig und nach einem festen Plan

arbeiten. Die Unterbrechungen in der Studienarbeit sollten so kurz wie nur möglich bemessen bleiben, denn wenn Sie tagelang Ihre Lektionen beiseite legen, verlieren Sie leicht den Kontakt mit dem Stoff und müssen sich immer aufs Neue wieder einarbeiten. Das ist Zeitverschwendung und unrationell.

#### Schalten Sie Störfaktoren aus

Wenn Sie in Ihrer Studienarbeit immer wieder gestört werden, müssen Sie sich ständig aufs Neue konzentrieren. Das kostet unnötige Kräfte. Informieren Sie deshalb Ihre Familie und Ihre Freunde, wann Sie sich dem Studium widmen und nicht abgelenkt werden wollen. Dringen Sie darauf, daß diese Zeiten von Ihren nächsten Angehörigen auch respektiert werden.

Bitte beachten Sie dann noch folgende Punkte:

- a) Das eine Fachgebiet wird Ihnen leichter, das andere schwerer fallen. Auch das ist eine individuelle Sache, und auch in dieser Hinsicht können Sie den Stundenplan ohne weiteres Ihrem eigenen Lernvermögen anpassen. Sie sollten jedoch höchstens 45 Minuten nacheinander am gleichen Fachgebiet arbeiten, um sich dann nach einer Pause ein neues vorzunehmen. Nach Erfahrungen der Lernpsychologie sinkt nach etwa 45 Minuten, bei vielen auch schon früher, die Aufnahmefähigkeit rapide ab. Nicht umsonst dauert auch eine "normale" Unterrichtsstunde der Schule 45 Minuten.
- b) Es ist wichtig, daß Sie nach einer "Unterrichtsstunde", also nach etwa 45 Minuten, kurze Pausen von ca. 10 Minuten einschalten. Diese Zeiten der Entspannung machen sich bezahlt, weil Sie dann frischer, also mit besserer Aufnahmefähigkeit an das nächste Thema herangehen.

#### Leistungskurve und Arbeitsplanung

Sie wissen von Schule und Beruf her, daß es Spitzen, aber auch Tiefpunkte der menschlichen Leistung innerhalb eines normalen Arbeitstages gibt. Grafisch dargestellt ergibt das die Leistungskurve. Diese Leistungskurve verläuft nicht bei allen Menschen gleich. Der eine ist nach dem Erwachen gleich hellwach, aktiv und aufnahmefähig. Beim anderen dauert das Wachwerden länger, und vor dem 10.00 Uhr-Kaffee ist er kaum ansprechbar. Dafür wird er am Abend unternehmungsfreudig, wenn der Frühaufsteher schon gähnt. Je nachdem, ob Sie nun ein Morgen- oder ein Abendmensch sind,



nutzen Sie diese Veranlagung für Ihr Studium aus. Sind Sie Frühaufsteher, sollten Sie z. B. nach Möglichkeit schon 1 oder 1 1/2 Stunden vor Beginn der Berufsarbeit Ihrem Studium widmen.

Wesentlich ist im Hinblick auf die Leistungskurve auch die Wahl des richtigen Faches. Eine volle Konzentrationsfähigkeit in den ersten 10 Minuten erreicht kaum jemand, vor allem nicht gleich nach einer Mahlzeit. Es kann deshalb nützlich sein, sich zunächst einmal "einzulesen", sei es durch die Tageszeitung oder ein Buch. Dann haben Sie Ihre beste Leistungsfähigkeit erreicht und nehmen sich jetzt jenes Fach vor, welches die größte Anstrengung von Ihnen verlangt. Es wird meistens das Fach sein, zu dem Sie am wenigsten Beziehung haben oder in welchem Sie wenig Begabung haben. Gegen Ende der Studienperiode läßt die Konzentrationsfähigkeit erfahrungsgemäß nach. Das wiederum ist ein Grund, nunmehr Fachgebiete zu wählen, die Sie speziell interessieren und in denen Sie mit weniger Anstrengung lernen können.

#### Setzen Sie sich Teilziele

Wichtig ist auch, daß Sie sich kurzfristig erreichbare Teilziele setzen. Mittelfristige Ziele sind bereits durch die Bearbeitungsdauer der Lektionen gegeben, langfristige Ziele durch den Abschluß des Lehrgangs in der von Ihnen vorgesehenen Zeit. Kurzfristige Ziele können durchzuarbeitende Kapitel sein, zu lösende Kontrollaufgaben, Teile der Hausaufgaben usw.. Arbeiten also, die innerhalb überschaubarer Fristen z. B. einer Woche bewältigt werden können.

Es ist natürlich völlig sinnlos, Ziele zu setzen, die beim besten Willen nicht erreichbar sind. Auch bei der Festlegung kurzfristiger Ziele brauchen Sie Erfahrung, und diese werden Sie nicht gleich nach Studienbeginn besitzen. Lernen Sie also aus den Erfahrungen. Auch äußere Gründe, z. B. Arbeitsüberlastung im Beruf usw. können dafür verantwortlich sein, daß Sie Ihre kurzfristigen Ziele nicht erreichen. Disponieren Sie um oder versuchen Sie, den Studienrhythmus zu beschleunigen, um Ihre Ausbildung innerhalb der von Ihnen vorgesehenen Zeit abschließen zu können.

### Wiederholung

Untersuchungen haben bewiesen, daß die meisten Menschen zwei Drittel von dem, was sie gelernt haben, innerhalb einiger Tage zu einem mehr oder weniger großen Teil wieder "vergessen". Ein Drittel jedoch bleibt ziemlich konstant erhalten. Aus diesem Untersuchungsergebnis können Sie wichtige Folgerungen erzielen:

1. Es besteht kein Grund zur Panik, wenn Sie vergessen; es geht Ihnen nur wie fast allen anderen Menschen auch.
2. Es hat keinen Sinn, wenn Sie sofort eine ausgedehnte Wiederholung durchführen, sobald Sie feststellen, daß Sie Lernstoffteile vergessen haben; ein Drittel bleibt Ihnen erhalten! Verlieren Sie also keine Zeit durch überflüssiges Wiederholen.
3. Unsere Lehrbriefe sind so aufgebaut, daß eine ständige Wiederholung gegeben ist, d.h. vorher behandelter Stoff wird ständig mitverwendet, so daß Sie wiederholen, ohne es zu merken; oder es wird auf früher behandelten Stoff ausdrücklich eingegangen; oder Sie werden zur richtigen Zeit gezwungen, eine Wiederholung durchzuführen, weil Sie sonst nicht folgen können. Sofern notwendig, werden wir Sie auch ausdrücklich darauf aufmerksam machen, daß Sie wiederholen sollen.

### Der Aufbau unserer Lehrbriefe

Unsere Lehrbriefe sind wie folgt aufgebaut:

1. Jeder Lehrbrief hat entweder ein ausführliches Inhaltsverzeichnis, oder aber es befindet sich am Anfang des Lehrgangs ein Gesamtinhaltsverzeichnis.
- K** 2. Jeder Lehrbrief enthält sogenannte Kontrollfragen.
- M** 3. Innerhalb des Lehrbriefes finden Sie eine Zusammenfassung in Form von Merksätzen.
- A** 4. Jeder Lehrbrief wird durch Hausaufgaben abgeschlossen, deren Lösungen Sie an uns einsenden sollen.

Das Inhaltsverzeichnis führt Ihnen vor Augen, wie der Stoff, den Sie erarbeiten sollen, aufgegliedert ist. Es gibt Ihnen von Anfang an die Übersicht über jeden einzelnen Lehrbrief. Studieren Sie während Ihrer Arbeit am Lehrbrief immer wieder auch das Inhaltsverzeichnis, damit Sie den Überblick über den ganzen Stoff bewahren und damit Ihnen klar ist, in welchem Verhältnis die einzelnen Abschnitte zum Ganzen oder zu übergeordneten Teilen stehen.

Nach der Durcharbeitung eines Lehrbriefes führen Sie anhand des Inhaltsverzeichnisses eine Selbstprüfung durch, indem Sie sich anhand jedes Titels befragen, was darunter behandelt worden ist. Auf diese Weise sollten Sie in großen Zügen jeden Lehrbrief im Geiste rekonstruieren können, wenn Sie den Stoff wirklich erarbeitet haben. Aus diesem Grunde ist es auch wichtig, daß Sie während der Arbeit am Lehrbrief sorgfältig die Titel über den einzelnen Abschnitten beachten.

**K** Die Kontrollfragen sind Stellen innerhalb des Lehrbriefes, wo Sie jedesmal den Fortgang Ihrer Arbeit unterbrechen müssen, um das bis dahin in der Theorie Erarbeitete einzuüben und zu festigen und sich gleichzeitig Rechenschaft darüber abzulegen, ob Sie es wirklich genügend verarbeitet und begriffen haben. Lösen Sie die Kontrollfragen, und schreiben Sie das Ergebnis nieder. Sie finden am Schluß des Lehrbriefes die Antworten zu den Kontrollfragen und können sich dann selbst korrigieren.

Wenn Ihre Selbstkorrektur, die Sie mit größter Sorgfalt vornehmen müssen, zeigt, daß Sie den Stoffabschnitt, zu dem die Kontrollfragen gehören, genügend beherrschen, können Sie mit dem nächsten Lehrbrief beginnen. Falls Sie aber feststellen, daß Ihre Übungen noch allzu viele Fehler aufweisen, so müssen Sie den betreffenden Lehrbrief nochmals durcharbeiten. Auf diese Weise kontrollieren Sie selber Schritt für Schritt, ob Sie den Stoff richtig und genügend begriffen haben, und gleichzeitig üben Sie ihn auch richtig ein.

Die Bearbeitung der Kontrollfragen ist obligatorisch. Denn selbst wenn Sie glauben, den Stoff durchaus begriffen zu haben, brauchen Sie unbedingt noch die Übung im Aufgabenlösen und im Beantworten der Fragen.

Kontrollfragen sollen, wie schon erwähnt, schriftlich beantwortet, aber nicht zur Korrektur eingesandt werden, denn Sie haben ja die Möglichkeit, Ihre Lösung mit der Musterlösung zu vergleichen.

**A** Die Hausaufgaben, die durch Ihren Lehrer korrigiert, kommentiert und durch eine Zensur beurteilt werden, finden Sie jeweils am Schluß eines Lehrbriefes. Sie beherrschen einen Lehrbrief dann genügend und richtig, wenn Sie in der Lage sind, die Hausaufgaben ohne erneuten Rückgriff auf

den Stoff des Lehrbriefes zu lösen, und dazu müssen Sie fähig sein, wenn Sie zuvor den Lehrbrief und die Kontrollfragen vorschriftsmäßig bearbeitet haben.

**M** Zusammenfassungen und Merksätze sollen Ihnen die Möglichkeit geben, den Lehrbrief jeweils vor Prüfungen usw. rasch zu wiederholen. Das nützt Ihnen aber auch nur dann etwas, wenn Sie zuvor den ganzen Lehrbrief wirklich erarbeitet haben. Darüber hinaus können Sie, wenn Sie mit Ihrer Arbeit am Ende des Lehrbriefes angelangt sind, auch anhand der Merksätze kontrollieren, ob Sie sich wirklich die wesentlichen Gedankengänge eingeprägt haben. Zusammenfassungen und Merksätze fehlen dort in den Lehrbriefen, wo sie durch ein rasches Durchblättern der Lektion die wichtigen Sätze, Formeln und Regeln sofort finden können.

Noch ein wichtiger Hinweis:

Unsere Lehrbriefe sind aufgrund der im Laufe von Jahren gesammelten Erfahrungen immer weiter verbessert worden. Dabei wurden sie auch umfangreicher. Nicht deshalb, weil darin mehr Stoff untergebracht wurde, sondern weil der gleiche Stoff eingehender und sorgfältiger erklärt, übersichtlicher dargestellt und besser illustriert ist. Lassen Sie sich also durch den Umfang der Lehrbriefe nicht erschrecken. Im Gegenteil - Sie bekommen die Dinge vielfach mehrmals erklärt, so daß Sie nicht auswendig lernen müssen. Sie sollen den Gedankengängen folgen, sie wirklich verstehen und sich dann das Wesentliche einprägen.

Bleiben Sie auch nie an Einzelheiten kleben. Es kann einmal vorkommen, daß Ihnen etwas nicht ganz klar wird, daß Sie etwas nicht voll verstehen. Lassen Sie sich dadurch nicht endlos aufhalten, sondern streichen Sie die nicht verstandene Stelle an, und fahren Sie dann mit der Studienarbeit fort. Sie werden im allgemeinen auch nach einer solchen Lücke den Darlegungen ohne weiteres folgen können. Bleibt die Lücke wirklich offen, fragen Sie Ihren Lehrgangsleiter.

Halten Sie sich immer vor Augen, daß die Lehrbriefe Ihr Eigentum sind. Schreiben Sie also hinein, streichen Sie an, wo immer Ihnen das notwendig erscheint. Es ist niemandem damit gedient, wenn Sie die Hefte in unversehrtem Zustand ins Regal stellen, aber es ist alles gewonnen, wenn Sie die Lehrbriefe zerlesen oder zerarbeitet haben und sich das Wissen in Ihrem Kopf befindet.

## **A** 3. Die Aufgaben

Die Fernschule Bremen ist kein Versandunternehmen für Lehrbriefe oder Fachliteratur, sondern eine Schule. Es ist uns sehr daran gelegen, daß unsere Lehrgangsteilnehmer regelmäßige Fortschritte machen. An den vielen Aufgaben, die wir Ihnen stellen, können Sie abschätzen, daß wir unsere Lehrtätigkeit ernst nehmen. Die Korrektur und die Kommentierung Ihrer Hausaufgaben ist mit viel Mühe und hohen Kosten verbunden. Aber nur dadurch können wir den Hauptmangel des Fernunterrichts, nämlich das Fehlen des ständigen unmittelbaren Kontakts zwischen Lehrer und Schüler beheben und Ihnen echte Bildungsmöglichkeiten bieten; natürlich unter der Voraussetzung daß Sie die Lehrerkorrekturen und Bemerkungen sorgfältig beachten und überdenken. Sie sollten es sich zur Regel machen, jeden Monat Ihre Hausaufgaben einzusenden.

### So lösen Sie die Aufgaben.

Beim Lösen der Hausaufgaben sollten Sie nicht mehr im Lehrbrief nachschlagen müssen. Ebenso sollten Sie die Antworten in Ihrer eigenen Sprache und aufgrund Ihrer eigenen Vorstellungen formulieren und nicht Wendungen aus dem Lehrbrief, die Ihnen im Kopf geblieben sind, wiedergeben. Solche übernommenen Formulierungen können falsche Vorstellungen beim Lehrer erwecken, wodurch eine Korrektur sinnlos wird. Selbstverständlich sollten alle Antworten in korrektem Deutsch gegeben werden.

### Die äußere Gestaltung der Aufgabenlösungen

Verwenden Sie für Ihre Hausaufgaben bitte die mitgelieferten Korrekturbogen. Bei einigen Lehrgängen sind die Aufgabenseiten in den einzelnen Lehrbriefen auch so gestaltet, daß die Lösung direkt auf diesen Seiten eingetragen werden kann. Bitte senden Sie dann diese Blätter ein.

Die Arbeiten müssen mit Schreibmaschine, Tinte oder Kugelschreiber geschrieben sein.

Es dürfen nie Aufgabenlösungen von mehreren Lehrbriefen auf einem Blatt behandelt sein. Sie können selbstverständlich die Aufgabenlösungen mehrerer Lehrbriefe zusammengefaßt einsenden, obwohl das für den Fortgang Ihres Studiums nicht zu empfehlen ist.

Auf dem ersten Blatt Ihrer Einsendung tragen Sie bitte Name, Vorname und Adresse sowie die Teilnehmernummer ein.

Wenn Sie Ihre Aufgabenlösungen per Maschine niederschreiben, wählen Sie Zeilenschaltung 2, weil Ihr Lehrer sonst keine Korrekturen anbringen kann.

Wenn Sie zu einem Thema Fragen zu stellen haben, so notieren Sie diese bitte am Ende Ihrer Lösungen zu den Hausaufgaben. Fragen und Mitteilungen, die keinen lehrgangsbezogenen Charakter haben, legen Sie bitte auf einem separaten Blatt den Arbeiten bei.

Bei Einsendung Ihrer Aufgabenlösungen beachten Sie bitte folgendes:

1. Senden Sie Ihre Aufgabenlösungen in den vorgedruckten Antwortumschlägen richtig frankiert an die Fernschule ein. Legen Sie unbedingt Ihre Kontrollkarte für Übungsaufgaben bzw. Ihren Leistungspaß bei.
2. Die Ihnen übersandten Fensterumschläge sind für die Rücksendung der korrigierten Aufgabenlösungen bestimmt. Legen Sie deshalb bitte jeder Einsendung einen dieser Umschläge ausreichend frankiert bei.

Wohnen Sie nicht in der BRD legen Sie bitte für das Rückporto jeweils einen IRC (Internationaler Antwortschein) bei, den Sie bei jedem Postamt erhalten können.

#### Die Korrekturen und ihre Auswertung

Sie erhalten Ihre Arbeiten im Laufe von 2 bis 3 Wochen korrigiert und bewertet zurück. Es ist wesentlich, daß Sie die Korrekturen genau überdenken und nötigenfalls Verbesserungen machen. Wenn eine Frage nicht beantwortet bzw. ein Problem nicht gelöst ist, verschlechtert sich Ihre Note. Wir empfehlen, Ihre Zeit so einzuteilen, daß Sie 3 Wochen für die Erarbeitung des Lehrbriefes, 1 Woche für das Erstellen der Aufgabenlösungen verwenden. Diese Einteilung hat den Vorteil, daß Sie beim Anfertigen der Hausaufgaben bereits die Korrekturen des Vormonats berücksichtigen können.

#### 4. Administrative Angelegenheiten

##### Lehrmaterialversand

Unsere Versandabteilung versendet die Lehrbriefe jeweils zwischen dem 10. und 20. des Monats. Der Versand des ersten Lehrmaterials erfolgt



jedoch unmittelbar nach Eingang Ihrer Anmeldung. Dadurch kann sich zu Beginn des Lehrgangs eine zeitliche Verschiebung in der Lieferung von Lehrbrief 1 zu Lehrbrief 2 ergeben. Haben Sie sich beispielsweise zu Beginn eines Monats angemeldet und unmittelbar darauf den ersten Lehrbrief erhalten, erfolgt die Lieferung des zweiten Lehrbriefes zum vorgenannten Versandtermin, also zwischen dem 10. und 20. des folgenden Monats, zeitliche Differenz also möglicherweise 6 Wochen. Haben Sie sich erst am Ende eines Monats angemeldet und den Lehrbrief 1 erhalten, erfolgt die Lieferung des Lehrbriefes 2 ebenfalls zwischen dem 10. und 20. des folgenden Monats, d. h. also möglicherweise mit einer zeitlichen Differenz von nur 14 Tagen. Diese Verschiebung ist organisatorisch bedingt und tritt nur zwischen Lehrbrief 1 und 2 auf. Alle nachfolgenden Lehrbriefe werden in genau monatlichen Abständen jeweils zwischen dem 10. und 20. verschickt.

#### Beschleunigung des Lehrgangs

Wenn Sie beruflich oder schulisch nicht zu stark belastet sind und den Lehrgang in einem kürzeren Zeitraum absolvieren möchten, können Sie pro Monat auch 2 Lehrbriefe erhalten. Ebenfalls ist die Lieferung weiterer zusätzlicher Lehrbriefe jederzeit möglich. Sie müssen uns diesbezügliche Wünsche nur ausdrücklich und rechtzeitig schriftlich mitteilen. Berücksichtigen Sie bitte, daß bei Anforderung mehrerer Lehrbriefe auch die Studiengebühren dementsprechend zu bezahlen sind.

#### Verlangsamung des Lehrgangs

Wenn Sie Ihren Lehrgang für kürzere oder längere Zeit unterbrechen möchten, so spielt das im Prinzip keine Rolle. Der Versand des Lehrmaterials erfolgt unabhängig von Ihren Hausaufgabeneinsendungen. Außerdem räumen wir Ihnen ausdrücklich das Recht ein, Ihre Aufgabenlösungen ohne zeitliche Befristung einzusenden. Auch die Abschlußprüfung können Sie ablegen, wann Sie wollen.

Wenn Sie also z. B. wegen Krankheit unterbrechen müssen, so schreiben Sie uns bitte nach Möglichkeit nicht, wir möchten die Zustellung der Lektionen für eine bestimmte Zeit einstellen. Es ist aus internen Gründen außerordentlich schwierig, derartigen Wünschen nachzukommen. Nur durch eine streng rationelle Organisation sind wir in der Lage, die niedrig angesetzten Studiengebühren aufrechtzuerhalten. Während Ihres ganzen Studiums bleiben die Lehrgangsgebühren gleich, d. h. es treten keine Erhöhungen ein. Voraussetzung hierfür ist natürlich, daß Sie kontinuier-



lich weiterarbeiten.

#### Anschriftenänderungen

Geben Sie Anschriftenänderungen bitte rechtzeitig auf einer Postkarte bekannt. Ein einfacher Vermerk auf dem Zahlkartenabschnitt genügt nicht. Geben Sie bitte in jedem Falle Ihre Teilnehmernummer an.

#### Kritik oder Beschwerden

Wir bitten Sie, Kritik oder Beschwerden irgendwelcher Art ohne Hemmungen vorzubringen und an die Leitung des Instituts zu richten. Wir sind für konstruktive Kritik dankbar, denn nur im ständigen Kontakt mit unseren Schülern kann es uns gelingen, unsere Arbeit immer weiter zu vervollkommen. Besonders dankbar sind wir Ihnen alle Mitteilungen, die uns auf eventuelle Druckfehler in den Lehrbriefen hinweisen.

#### Studiengebühren

Durch Ihre Anmeldung zu einem Lehrgang haben Sie einen Vertrag mit uns geschlossen. Dieser Vertrag regelt die gegenseitigen Verpflichtungen, insbesondere die Höhe der Studiengebühren, ferner auf welche Weise Sie das Vertragsverhältnis auflösen, den Lehrgang also kündigen können.

Die monatliche Lehrgangsgebühr ist fällig jeweils sofort nach Erhalt des Lehrbriefes. Wenn Sie die gesamte Studiengebühr innerhalb von 4 Wochen ab Anmeldung bzw. Erhalt der Gebührenabrechnung in einer Summe bezahlen, erhalten Sie eine Gebührenermäßigung, die im einzelnen aus der Ihnen übermittelten Gebührenabrechnung zu entnehmen ist.

Für die Überweisung der Lehrgangsgebühr haben wir, um Ihnen die Sache zu erleichtern, zwei Wege vorbereitet:

das Bankeinzugsverfahren  
und die Verwendung ausgefüllter  
Zahlkarten.

Ferner besteht die Möglichkeit, daß Sie Ihre Studiengebühr per Dauerauftrag durch Ihre Bank überweisen lassen. Wir empfehlen Ihnen das Lastschriftverfahren oder den Dauerauftrag, weil Sie dann nicht ständig auf die Einzahlungstermine zu achten brauchen. Ihre Ermächtigung zum Bankeinzugsverfahren kann jederzeit widerrufen werden. Und es ist auch für uns eine Selbstverständlichkeit, nur Studiengebühren für solche Monate einzuziehen, für welche auch Lehrmaterial geliefert wurde und der Lehrgang

nicht gekündigt ist.

#### Die vertraglichen Verpflichtungen

Durch die Entgegennahme Ihrer Anmeldung haben wir uns verpflichtet: zur regelmäßigen Übermittlung des Lehrmaterials, zur sorgfältigen Korrektur und Auswertung Ihrer Hausarbeiten und zu den übrigen im jeweiligen Lehrgang vorgesehenen Leistungen.

Sie haben sich mit der Anmeldung verpflichtet, das Lehrgangshonorar pünktlich zu entrichten.

Wir binden Sie nicht an lange Kündigungsfristen. Sie können vielmehr Ihren Lehrgang nach Erhalt jeder dritten Lektion kündigen (abbrechen). Natürlich müssen die Studiengebühren für geliefertes Lehrmaterial in jedem Falle bezahlt werden. Eine Kündigung kann also nicht rückwirkend ausgesprochen werden. Ebenso entbindet Rücksendung von Lehrmaterial nicht von der Verpflichtung zur Zahlung der vereinbarten Studiengebühren.

#### Lehrgangsteilnehmer im Ausland

Wir haben im Ausland, auch in Übersee eine große Anzahl von Schülern. Für Teilnehmer im europäischen Ausland ergeben sich hinsichtlich der Durchführung des Lehrgangs und der Bezahlung der Studiengebühren praktisch keine Schwierigkeiten.

Wegen der unterschiedlich langen Laufzeiten von Schiffspost empfehlen wir Teilnehmern in Übersee hingegen grundsätzlich den Bezug des gesamten Lehrgangs in einer Lieferung. In diesem Fall wird auch die Studiengebühr in einer Summe fällig.

#### Steuerliche Absetzbarkeit von Lehrgangsgebühren

Die Lehrgangsgebühren werden vom Finanzamt als Werbungskosten anerkannt, wenn der Lehrgang der Weiterbildung im eigenen Beruf dient oder als Sonderausgaben, wenn Ihre Lehrgangsteilnahme außerhalb Ihrer beruflichen Weiterbildung liegt. Eine Bescheinigung für das Finanzamt erhalten Sie von uns auf Anforderung.

Wichtiger Hinweis

Copyright

by INSTITUT FÜR FERNUNTERRICHT, Bremen -

Dieses Lehrmaterial ist nur zum persönlichen Gebrauch des Teilnehmers bestimmt. Die Weitergabe oder der Weiterverkauf, auch einzelner Seiten oder Lehrbriefe an andere Personen, die keinen entsprechenden Ausbildungsvertrag mit dem Institut abgeschlossen haben, ist untersagt. Vervielfältigung, Foto- oder sonstige Kopierung und Nachdruck sind unzulässig. Verwendung zu Lehrzwecken nur mit ausdrücklicher schriftlicher Genehmigung des Instituts.

Verstöße gegen diese Bestimmung ziehen entsprechende Schadenersatzforderungen des Instituts an sich.



## Die Fernschule in Bremen

### Achtung - Wichtig!

Bei Einsendung Ihrer Aufgabenlösungen beachten Sie bitte folgendes:

1. Senden Sie Ihre Aufgabenlösungen in den vorgedruckten Antwortumschlägen richtig frankiert an die Fernschule ein. Legen Sie unbedingt Ihre Kontrollkarte für Übungsaufgaben bzw. Ihren Leistungspaß bei.
2. Die Ihnen übersandten Fensterumschläge sind für die Rücksendung der korrigierten Aufgabenlösungen bestimmt. Legen Sie deshalb bitte jeder Einsendung einen dieser Umschläge ausreichend frankiert bei.

Wohnen Sie nicht in der BRD legen Sie bitte für das Rückporto jeweils einen IRC bei, den Sie bei jedem Postamt erhalten können (IRC - Internationaler Antwortschein).



## Inhaltsverzeichnis

### Lektion 1

1. Einleitung
2. Grundlagen der digitalen Informationsverarbeitung
  - 2.1. Literaturhinweise
  - 2.2. Zahlensysteme und Codes
    - 2.2.1 Allgemeines über Zahlensysteme
    - 2.2.2 Das duale Zahlensystem
    - 2.2.3 Andere Zahlensysteme (Oktal, Hexadezimal)
    - 2.2.4 Codes
  - 2.3. Binäre Rechenmethoden
  - 2.4. Logische Verknüpfungen
3. Der Aufbau von Computersystemen
  - 3.1. Der Unterschied zwischen Hard- und Software
  - 3.2. Mikroprozessor, Mikrocomputer und Minicomputer
  - 3.3. Systemsoftware und Anwendersoftware
  - 3.4. Was es heißt, einen Computer zu programmieren
4. Der Mikroprozessor  
Funktionsweise und Einsatz in Computersystemen
  - 4.1. Computersysteme  
Der Mikroprozessor und seine Umgebung
5. Die Inbetriebnahme des Mikrocomputers "micromaster"
  - 5.1. Aufbau des Lerncomputers und die Betriebssoftware
  - 5.2. Das erste Einschalten und die ersten Übungen
6. Tabellen-Anhang
  - 6.1. Hex/Dezimal-Umwandlungstabelle
  - 6.2. Tabelle mit Potenzen von 2, 10 und 16
  - 6.3. Fachworte-Verzeichnis
7. Hausaufgaben
8. Lösungen zu Aufgaben in dieser Lektion



## Vorwort

Als Teilnehmer am Kompaktkurs "Mikroprozessortechnik" begrüßen wir Sie.

Obwohl der Mikroprozessor heute noch so "jung" ist, wurde bereits viel über ihn geschrieben. Es gibt Bücher, viele Zeitschriftenaufsätze, spezielle Fachzeitschriften, Bauanleitungen, Programmierkurse, sog. workshops der Hersteller und natürlich auch Fernlehrgänge. Der vorliegende Lehrgang will nicht über alle Mikroprozessorsysteme informieren, sondern in kompakter Form Grundlagen vermitteln, Aufbau und Funktion an einem konkreten System (8080/8085) erläutern und dann gezielt in die Programmiertechnik einführen und diese trainieren.

Damit der Unterrichtsstoff nicht nur einfach graue Theorie bleibt, üben wir kursbegleitend mit dem speziell für diesen Unterricht entwickelten Lern- und Übungscomputer "micromaster". Alle Funktionseinheiten eines Mikrocomputersystems, Hard- und Software, werden Ihnen dadurch vertraut. Die einzelnen Lektionen sind übersichtlich gegliedert und enthalten deutlich gekennzeichnete Merksätze sowie viele Beispiele und Übungen. Jeweils am Ende einer Lektion finden Sie die von Ihnen zu lösenden Aufgaben und einige hilfreiche Tabellen.

Für die Durcharbeitung dieses Kurses werden keine Kenntnisse aus der Computertechnik vorausgesetzt, Grundkenntnisse aus der Elektronik oder Digitaltechnik sind jedoch von Vorteil.

Sollten sich Fragen und Probleme ergeben, wenden Sie sich bitte vertrauensvoll an uns. Wir werden bemüht sein, Ihnen das Lernen so leicht wie möglich zu machen, jedoch wird es nicht ganz ohne Einsatz Ihrerseits gehen, wenn Sie Erfolg haben wollen. Diesen Erfolg und viel Freude beim Studium wünschen Ihnen

Joachim Permien  
(Autor und Lehrgangsleiter)

Die FERNSCHULE IN BREMEN



## 1. Einleitung

Durch die rasante Entwicklung der Halbleitertechnik hat sich unsere Umwelt ständig geändert. Erst 1948 wurde der Transistoreffekt von den Amerikanern Walter H. Brattain und John Bardeen entdeckt. Die physikalischen Zusammenhänge erklärte William Shockley. Alle drei erhielten dafür 1956 den Nobelpreis für Physik. Die Erfindung des Transistors war der erste Schritt weg von der Röhre, hin zur Miniaturisierung elektronischer Schaltungen. Ein nächster wichtiger Schritt war die Zusammenfassung mehrerer Transistoren zu einer Funktionseinheit auf einem Substrat (Trägerplättchen). Es entstanden sog. Chips. Der eigentliche Fachausdruck dafür ist "Integrierte Schaltung" oder "Integrierter Schaltkreis" bzw. auf englisch: Integrated Circuit, abgekürzt IC. Diese IC's gibt es sowohl in der Digitaltechnik als auch in der Analogtechnik. Heute werden bereits IC's - meist für die Computerindustrie - von den Bauelementeherstellern vorgestellt, die hunderttausend Transistorfunktionen und mehr auf einem Chip vereinigen!

Der Mikroprozessor wurde erstmals 1971 vorgestellt. Aber erst seit etwa 1974 wurde in der Fachpresse häufiger über ihn publiziert. Zu der Zeit ahnten aber nur wenige Eingeweihte, wie sehr er die Elektronik revolutionieren würde. In der zweiten Hälfte der 70er Jahre entwickelte sich der Markt für Mikroprozessoren. Es entstanden Prozessorfamilien (Systeme) bei den Herstellern, neue Fachzeitschriften wurden herausgegeben und die ersten Kits (Experimentier- und Übungssysteme) für den Hobbyanwender kamen auf den Markt. Der 8-Bit-Mikroprozessor wurde industrieller Standard. Dann gab es die ersten Personalcomputer. Es entwickelten sich Software-Häuser, Computershops usw. Neben der industriellen Anwendung gibt es heute viele Bereiche in unserer persönlichen Umgebung, in denen der Mikroprozessor eingesetzt wird z.B. bei Haushaltsgeräten (Waschmaschine, Nähmaschine, Fernseher), bei den TV-Spielen, im Auto, in der Büro-Automatisierung sowie der Kommunikationstechnik (Telefon, Datenübertragungen etc.).

Wenn heute im Zusammenhang mit dem Mikroprozessor die Schlagworte Innovationswelle (sinngemäß mit Explosion in der Entwicklung z.B. der Elektronik, gedeutet) und Revolution in der Arbeitswelt, häufig hört man das Wort "Arbeitsplatzkiller", gebraucht werden, so kann trotzdem niemand umfassend die Entwicklung für die nächsten Jahrzehnte vorhersagen. Wahr ist, daß Entwicklung und Einsatz des Mikroprozessors zu einem jener Meilensteine gehören,





die die Elektrotechnik und die Elektronik kennzeichnen.

Dieser Kurs vermittelt Ihnen nun die Grundlagen dieser Technik, die sich so besonders rasch weiterentwickelt (heute sind 16- und 32-Bit-Prozessortypen auf dem Markt). Sie sollten sich dabei von vornherein über drei Aspekte dieser neuen Technik im Klaren sein, die den Umgang mit dem Mikroprozessor erschweren:

- a) Man hat es nicht mit einem einzelnen Baustein zu tun, sondern mit einer Bausteinfamilie (einem System). Alle Bausteine sind voneinander abhängig und erfüllen bestimmte Funktionen.
- b) Neben den Bausteinen ist auch ein Programm erforderlich, das den Bausteinen sagt, welche spezielle Funktion sie zu einem bestimmten Zeitpunkt ausführen sollen.
- c) Man muß davon ausgehen, daß die bisher übliche und bekannte Meßtechnik (Vielfachinstrument, Oszilloskop etc.) bei weitem nicht mehr ausreicht. Außer den Kenntnissen in der Mikroprozessortechnik bzw. Computertechnik sind spezielle Meßgeräte, sog. Logik-Analysatoren, erforderlich.

Lernziele dieses Kompaktkurses sind u.a., daß der Teilnehmer am Ende des Kurses

- den Aufbau und die Struktur des Mikroprozessorsystems 8080/8085 kennt
- die unterschiedlichen Befehlstypen des 8085 beschreiben kann
- nach der Analyse einer Aufgabe ein Ablaufdiagramm erstellen kann
- die Technik des Programmierens beherrscht
- die Programmiersprache Assembler anwendet
- Hardware-Funktionsabläufe bzw. Systembaustein-Funktionen beschreiben kann
- Fachliteratur versteht und inhaltlich erfaßt
- sich in andere Mikroprozessorkonzepte einarbeiten kann



- die Grundlage für die Weiterbildung in dieser Technik, z.B. der neuen 16-Bit-Prozessorsysteme, geschaffen hat.

Um diese Ziele zu erreichen, ist der Lehrgang streng in drei Abschnitte gegliedert, die sich über vier Lektionen verteilen:

- A) Grundlagen der Hardware, also der Systembausteine
- B) Grundlagen der Software-Technik (Befehlssatz und Assembler-Programmierung)
- C) Übungen im Umgang mit dem Lern- und Übungscomputer "micromaster".

## 2. Grundlagen der digitalen Informationsverarbeitung

Bevor wir uns dem eigentlichen Thema zuwenden, wollen wir erst ein paar allgemeine Grundlagen erläutern. Sicherlich wird vielen Kursteilnehmern das meiste bereits geläufig sein, aber auch sie sollten nicht all zu schnell über diese Seiten hinwegblättern. Das eine oder andere, was im Gedächtnis schon etwas weiter nach hinten gepackt wurde, wird wieder aufgefrischt. Der Kursteilnehmer, der noch nicht über eine breite Vorbildung in der Elektronik verfügt, erhält in diesem Abschnitt neben dem Stoff wesentliche Anregungen, welche Themen er neben diesem Lehrgang in anderen Literaturstellen als Vorbereitung nachlesen sollte.

### 2.1. Literaturhinweise

In Lehrbüchern und Unterrichtswerken befinden sich die Hinweise auf weitere Literaturstellen in der Regel am Ende des Werkes oder am Ende eines Abschnittes. Wir weichen hier bewußt davon ab, um allen Kursteilnehmern die Möglichkeit zu geben, nebenher auch mal in ein anderes Buch zu schauen. Wir hoffen, daß dadurch unterschiedliche Einstiegschancen etwas ausgeglichen werden. Alle zitierten Bücher sind nicht speziell für den Fachmann geschrieben.

Als erstes möchten wir zwei Buchreihen aus dem Hueber-Holzmann-Verlag, München, nennen. Diese Bücher dienen als Begleitmaterial für die Zertifikatskurse Informatik und Elektronik an den bundesdeutschen Volkshochschulen.

"Informatik", Band 1 und 2, von Helmut Balzert

"Elektronik für Sie", Band 1 und 2, versch. Autoren



Weiter seien die Begleitbücher zu den Fernsehserien "Digital-technik" und "Einführung in die Elektronik" genannt, die im III. Programm liefen. Von den Büchern gleichen Namens ist das erstere im VDI-Verlag, Düsseldorf, das zweite in der Verlagsgesellschaft Schulfernsehen, Köln, erschienen. Der Herausgeber ist in beiden Fällen Jean Pütz.

Als letztes sei die Fachbuchreihe der Siemens AG erwähnt, in der u.a. die folgenden Bücher als programmierte Unterweisungen erschienen sind.

"Codes" von Lothar Moos

"Zahlensysteme" von Lothar Moos

"Grundlagen der Prozeßrechnertechnik" von P. Schäfer

Diese Aufstellung einführender Literaturstellen erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit. Vielmehr hat der Kursteilnehmer, in dessen Nähe sich z.B. eine öffentliche Bücherei befindet, die Möglichkeit, kostengünstig weitere Literatur auszuleihen.

## 2.2. Zahlensysteme und Codes

### 2.2.1 Allgemeines über Zahlensysteme

Da in der digitalen Elektronik Informationen nicht direkt in dem uns allen bekannten dezimalen Zahlensystem verarbeitet werden können, müssen wir uns etwas mit dem Thema Zahlensysteme beschäftigen. Bereits in der Schule haben wir die Wertigkeiten der Stellen im dezimalen Zahlensystem vor und nach dem Komma gelernt:

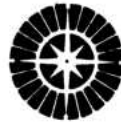
Tausend/Hundert/Zehner/Einer/ , Zehntel/Hundertstel/Tausendstel

Beispielsweise setzt sich die Zahl 1983 aus

$$\begin{array}{rclcl} \text{einem Tausender} & = & 1 \times 1\,000 & = & 1000 \\ \text{neun Hundertern} & = & 9 \times 100 & = & 900 \\ \text{acht Zehnern} & = & 8 \times 10 & = & 80 \\ \text{drei Einern} & = & 3 \times 1 & = & \underline{3} \\ & & & & 1983 \end{array}$$

zusammen.

Für die weiteren Überlegungen stellen wir uns jetzt vor, wir sollen einen Haufen mit 1-DM-Stücken zählen. Zu Beginn des Zählens ist der Anfangszustand



0 DM. Dann beginnen wir mit 1, 2, 3 usw. Wir zählen zunächst in der Einer-Stelle. Erst bei 9 DM + 1 DM erhalten wir 10 DM, d.h. den ersten Zehner, wobei die Einer-Stelle wieder Null geworden ist (stellen Sie sich vor, Sie würden die zehn 1-DM-Stücke in einen Zehn-DM-Schein wechseln - Sie hätten dann 1 Zehner und 0 Einer).

Zählen wir jetzt weiter, erhalten wir den zweiten Zehner, einen dritten usw. Ist der zehnte Zehner erreicht, können wir diese in den ersten Hunderter wechseln und wir haben null Zehner und null Einer. Wir sehen, daß sich in den Stellen mit den entsprechenden Wertigkeiten immer dann ein Übertrag in die nächst höher wertige Stelle ergibt, wenn in einer Stelle eine 9 vorhanden ist und noch eine 1 dazu addiert wird.

Daraus lernen wir:

**M**

Die geordnete Folge aller im Dezimalsystem vorkommenden Ziffern ist:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

Die kleinste mit zweien dieser Ziffern darstellbare Zahl ist die 10. Hierauf bezieht sich das Dezimalsystem (dezi = 10). Deshalb nennt man die 10 auch die Basis dieses Systems. Betrachten wir nochmals die obige Ziffernfolge, so sehen wir, daß die 9 die größte Zahl ist. Hieraus ergeben sich zwei weitere Merkmale:

**M**

Die größte Ziffer in einem Zahlensystem ist gleich der Basis (B) minus 1,  $B - 1$ .

Die Anzahl der Ziffern in einem Zahlensystem ist gleich der Basis B.

#### Übung:

Wir wollen die Basis B finden, die zu der Zahlenfolge 0 1 2 3 4 5 6 7 gehört.

Dazu zählen wir die Anzahl der Ziffern aus, das ergibt 8.

Die größte Zahl plus 1 ergibt ebenfalls den Wert der Basis ( $7 + 1$ ), also 8.

Die gesuchte Basis ist demzufolge  $B = 8$

**K**

Aufgabe 1: Schreiben Sie die Ziffernfolge auf, die zu dem Zahlensystem mit der Basis  $B = 5$  gehört.



Wenn in einem beliebigen Zahlensystem in einer Stelle alle Ziffern durchlaufen wurden, folgt an dieser Stelle wieder eine 0 und die benachbarte linke Stelle wird um 1 erhöht (Übertrag), d.h., man kann für die Wertigkeit der Stellen allgemein sagen: Jede Stelle ist B-mal weniger wert als ihr linker Nachbar.

Eingangs haben wir die Zusammensetzung der Zahl 1983 im dezimalen Zahlensystem beschrieben.

$$1 \times \text{Tausend} + 9 \times \text{Hundert} + 8 \times \text{Zehn} + 3 \times \text{Eins} = 1983$$

$$1 \times 1\,000 + 9 \times 100 + 8 \times 10 + 3 \times 1 = 1983$$

Die Wertigkeit der einzelnen Stellen läßt sich jedoch auch noch anders ausdrücken. Man kann Tausend, Hundert usw. auch als Vielfache von 10 bzw. in der Potenzschreibweise darstellen, z.B.  $1\,000 = 10^3$  oder  $100 = 10^2$  (die Hochzahl gibt an, wie oft die Basis B, hier ist es die 10, mit sich selbst genommen werden soll). Es läßt sich folgender Zusammenhang zwischen Wertigkeit und Stelle zeigen:

vierte	dritte	zweite	erste	: Stelle
$1\,000 = 10^3$	$100 = 10^2$	$10 = 10^1$	$1 = 10^0$	: Wertigkeit

Zwischen den Stellenwertigkeiten und den Stellen in einem Zahlensystem besteht der Zusammenhang:

**M** Wertigkeit einer Stelle =  $B^{\text{Stelle}-1}$

Wir merken uns auch, daß die erste Stelle links vom Komma immer mit der Hochzahl 0 beginnt und die Wertigkeit in dieser bei jedem Zahlensystem gleich 1 ist. Aus dem bisher gelernten können wir jetzt für Zahlen im Zahlensystem mit der Basis B eine allgemeine Schreibweise notieren,

$$\text{Zahl}_B = \dots + a \times B^n + a \times B^{n-1} + \dots + a \times B^1 + a \times B^0$$

wobei a einen Wert aus der Ziffernfolge von 0 bis B-1 annehmen kann (rechts nach dem Komma würde sich die Zahl wieder mit steigender Hochzahl, aber negativen Vorzeichen fortsetzen).

#### Übung:

Welche Wertigkeit hat die fünfte Stelle einer Dezimalzahl?

$$10^{5-1} = 10^4 = 10\,000$$



Welche Wertigkeit hat die siebente Stelle einer Zahl im Zahlensystem mit der Basis 2?

$$2^{7-1} = 2^6 = 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 64$$

**K** Aufgabe 2: Die Wertigkeit 16 im Zahlensystem mit der Basis 2 gehört zu welcher Stelle? (Hinweis: Zerlegen Sie die 16 in Faktoren von 2)

**K** Aufgabe 3: Wie lauten die Ziffernfolgen in den Zahlensystemen mit den Basen 8 bzw. 2?

### 2.2.2 Das duale Zahlensystem

Als nächstes wollen wir uns mit einem Zahlensystem näher beschäftigen. Es handelt sich um das Zweiersystem mit der Basis 2, meist nennt man es das Dualsystem. Mit dem Wissen aus dem vorherigen Abschnitt können wir dann sofort die Merkmale des Dualsystems nennen:

**M**

Im Dualsystem gibt es nur die Ziffern 0 und 1

Die größte Ziffer ist 1

Für die Wertigkeit in den Stellen gilt:

Stelle:	....sechs	fünf	vier	drei	zwei	eins
Wertigkeit:	..... $2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$

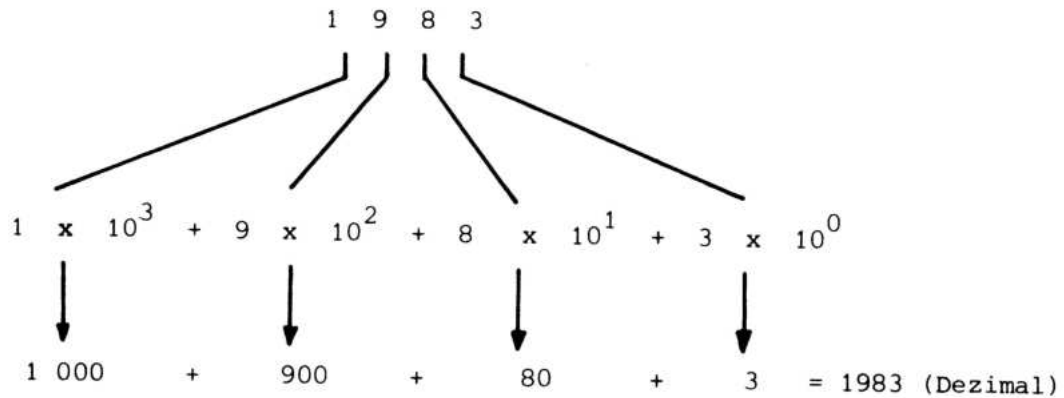
Multipliziert man Potenzen aus, so kann man für die Wertigkeit auch schreiben:

$$\begin{aligned} 2^5 &= 2 \times 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 32 \\ 2^4 &= 2 \times 2 \times 2 \times 2 = 16 \\ 2^3 &= 2 \times 2 \times 2 = 8 \\ 2^2 &= 2 \times 2 = 4 \\ 2^1 &= 2 \\ 2^0 &= 1 \end{aligned}$$

Die nächst höherwertige Stelle ist also immer 2mal so wertig wie die vorhergehende. Um die typischen Merkmale des Dualsystems herauszustellen, wollen wir nochmals mit dem Dezimalsystem beginnen.

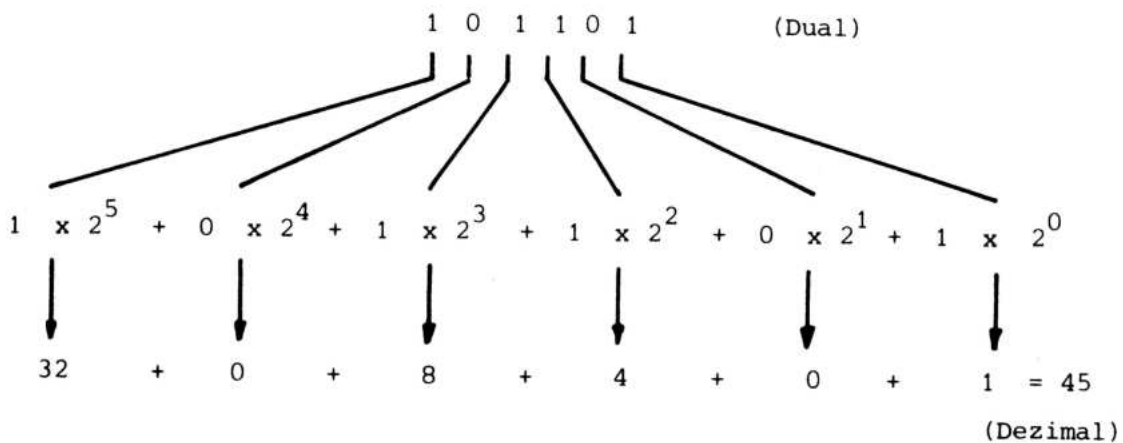


### Dezimalsystem



Dieses Schema gilt ja im Prinzip für jedes Zahlensystem. Wir wollen deshalb eine Dualzahl annehmen und diese in eine Dezimalzahl umrechnen. Beide Zahlen sind gleichwertig, obwohl sie sich von der Schreibweise her sehr unterscheiden.

### Dualsystem



Verwendet man gleichzeitig mehrere Zahlensysteme, was beim Programmieren häufiger vorkommt, so ist es sinnvoll, die Zahlen zu kennzeichnen, die zu dem entsprechenden Zahlensystem gehören. Das kann z.B. dadurch geschehen, indem man am Ende der Zahl die Basis etwas tiefgestellt anfügt oder hier abgekürzt die Bezeichnung des Zahlensystems hinschreibt.

$$\begin{array}{lcl} 1983_{10} & \text{oder} & 1983_{\text{Dez.}} \\ 101101_2 & \text{oder} & 101101_{\text{Dual}} \end{array}$$





### Übung

Die Dualzahl  $100_{\text{Dual}}$  soll in eine Dezimalzahl umgewandelt werden.

$$1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 0 \times 2^0 =$$

$$4 + 0 + 0 = 4_{\text{Dez.}}$$

**K** Aufgabe 4: Wandeln Sie den Wert der Dualzahlen

$1111_{\text{Dual}}$        $10101_{\text{Dual}}$       in Dezimalzahlen um.

Nachdem wir Dualzahlen in Dezimalzahlen umwandeln können, müssen wir überlegen, wie umgekehrt Dezimalzahlen in Dualzahlen umgewandelt werden können. Bisher haben wir die einzelnen Stellen addiert, jetzt werden wir Subtraktionen (von einander abziehen) durchzuführen haben. Wir rechnen nach folgendem Schema:

**M**

Für die gegebene Dezimalzahl suchen wir die größte darin enthaltene Zweierpotenz (Vielfache von 2), ziehen diese von der Dezimalzahl ab und schreiben in die entsprechende Dualstelle eine 1. Mit dem Rest wird diese Rechnung wiederholt. Ist eine Zweierpotenz in dem jeweils verbleibenden Rest nicht enthalten, müssen wir eine 0 in die entsprechende Stelle schreiben.

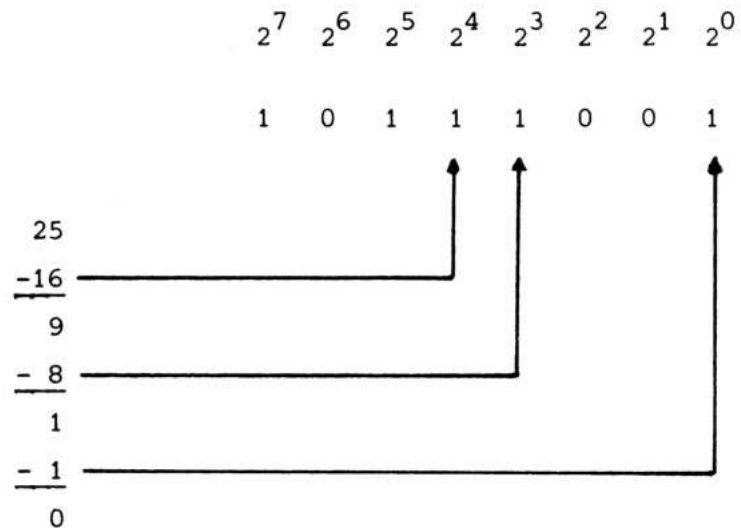
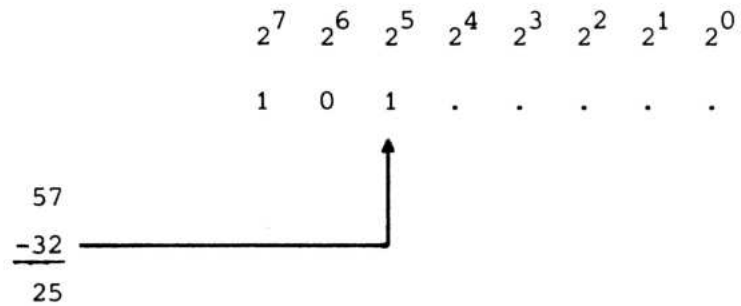
Das folgende Beispiel verdeutlicht die Umwandlungsschritte für die Dezimalzahl 185.

Die in  $185_{\text{Dez}}$  enthaltene größte Vielfache von 2 (Zweierpotenz) ist  $128 = 2^7$  die Dualzahl muß demnach achtstellig werden. In die Stelle 2 wird eine 1 geschrieben und von 185 muß 128 abgezogen werden.

185		$2^7$	$2^6$	$2^5$	$2^4$	$2^3$	$2^2$	$2^1$	$2^0$
-128	→	1	.	.	.	.	.	.	.
57									



In dem Rest von 57 ist die Stelle  $2^6 = 64$  nicht mehr enthalten, diese Stelle erhält folglich eine 0.



Die gesuchte Dualzahl ist also  $10111001_{\text{Dual}} = 185_{\text{Dez}}$ .

**K** Aufgabe 5: Wandeln Sie nach gleichem Schema die Dezimalzahl  $111_{\text{Dez}}$  in eine Dualzahl um.



Das gleiche Umwandlungsergebnis ergibt sich, wenn man eine andere Methode anwendet. Dieses Reste-Verfahren geht folgendermaßen:

**M**

Man teilt die gegebene Dezimalzahl durch 2 und schreibt das Ergebnis und den Rest auf. Das Ergebnis wird wieder durch 2 geteilt usw.

Am Beispiel unserer gegebenen Zahl  $185_{\text{Dez}}$  sieht das wie folgt aus:

$$185 : 2 = 92, \text{ Rest } 1$$

$$92 : 2 = 46, \text{ Rest } 0$$

$$46 : 2 = 23, \text{ Rest } 0$$

$$23 : 2 = 11, \text{ Rest } 1$$

$$11 : 2 = 5, \text{ Rest } 1$$

$$5 : 2 = 2, \text{ Rest } 1$$

$$2 : 2 = 1, \text{ Rest } 0$$

$$1 : 2 = 0, \text{ Rest } 1$$

Die Reste von unten nach oben gelesen ergeben jetzt die gesuchte Dualzahl, also 10111001.

**K**

Aufgabe 6: Wandeln Sie nach dem Reste-Verfahren die Dezimalzahl  $401_{\text{Dez}}$  in eine Dualzahl um.

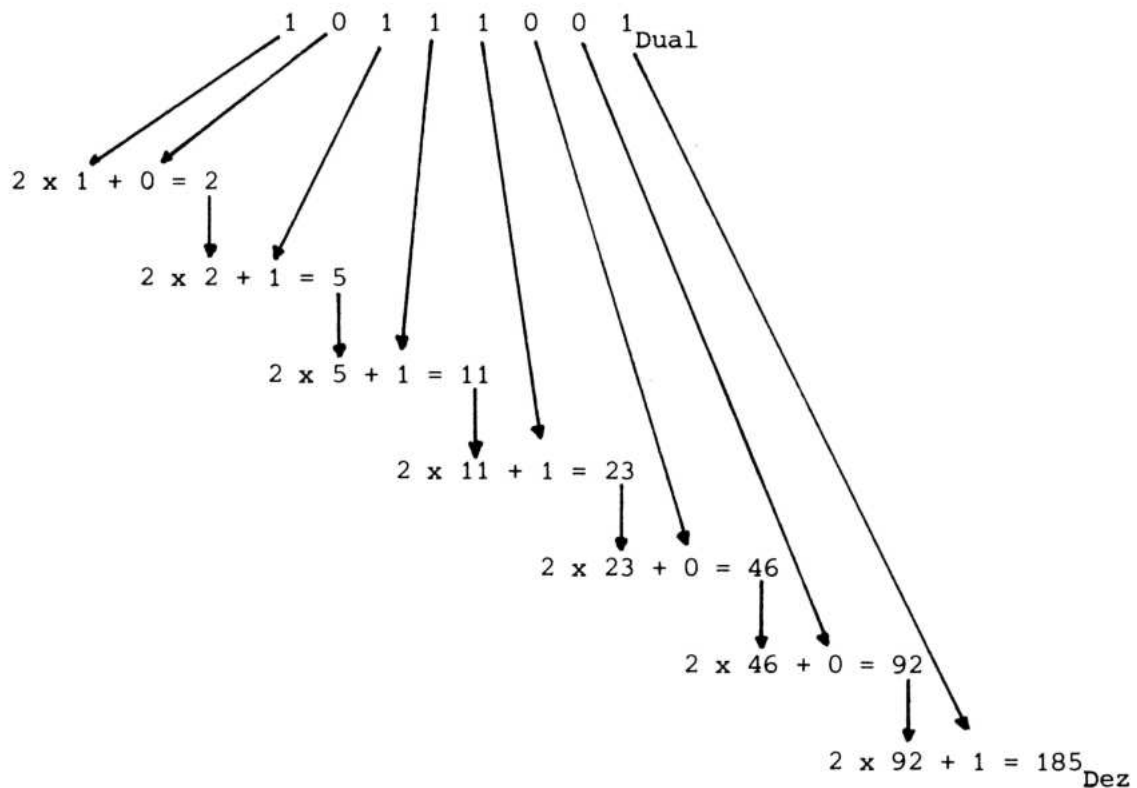
Die Umkehrung dieses zuletzt genannten Verfahrens ermöglicht natürlich auch wieder die Umwandlung einer Dualzahl in eine Dezimalzahl. Die Umkehrung des Satzes "Division durch 2 und Abspalten des Restes" heißt:

**M**

Multiplikation mit 2 und Addieren des Restes (aus der vorhergehenden Stelle).



Also schreiben wir für unser Beispiel:



Vielleicht üben Sie dieses Verfahren mal, indem Sie Ihr Ergebnis aus der vorherigen Aufgabe zurückwandeln und somit prüfen, ob wieder 401<sub>Dez.</sub> herauskommt.

Bitte lassen Sie sich nun durch diese vielen Umwandlungsverfahren nicht verwirren. Ganz sicher wird Ihnen nach etwas häufigerem Gebrauch auch das duale Zahlensystem in Fleisch und Blut übergehen. Man hat dann die Folge der Wertigkeiten der dualen Stellen (... , 16, 8, 4, 2, 1) im Kopf und kann kleinere Zahlen relativ schnell und ohne viel Schreibarbeit umrechnen.

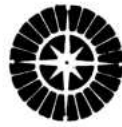


Wir wollen uns jetzt anhand einer Tabelle anschauen, wie sich die Dualzahlen bilden.

	Dezimal	Dual
	0	0
	1	1
	2	10
	3	11
Tabelle 1	4	100
	5	101
	6	110
	7	111
	8	1000
	.	.
	.	.
	.	.

Betrachten wir die Spalten der Dualzahlen, sehen wir, daß in der niederwertigsten Nullen und Einsen wechseln. In der nächsten Spalte vollzieht sich dieser Wechsel jeweils nach zwei Nullen bzw. Einsen, in der dritten Spalte nach vier usw. Wir finden wieder die Ziffernfolge 1, 2, 4, 8, ... Zu jedem Wechsel gehört ein Übertrag in die nächsthöherwertige Stelle.

**K** Aufgabe 7: Vervollständigen Sie die Tabelle bis zur Dezimalzahl  $32_{\text{Dez.}}$ .



### 2.2.3 Andere Zahlensysteme (Oktal, Hexadezimal)

Nachdem wir uns ausführlich mit dem Aufbau des Dualsystems beschäftigt haben, müssen wir noch zwei andere Systeme erläutern:

Das oktale und das hexadezimale (sedezimale) Zahlensystem.

Grundsätzlich gilt jedoch das bisher Gesagte, wenn man jeweils die entsprechende Basis einsetzt.

**M**

Das oktale Zahlensystem bezieht sich auf die Basis "8",  
das hexadezimale auf die Basis "16".

Dabei ist für uns das hexadezimale Zahlensystem das wichtigere, da wir später, neben dem dualen, überwiegend damit arbeiten werden. Der Grund für die Einführung dieser Zahlensysteme in die Prozessor- und Rechnerntechnik ist der häufig unbequeme Umgang mit den Dualzahlen. Man muß mehr Stellen und mehr Überträge verarbeiten, man muß mehr "borgen". Deshalb werden gern abkürzende Schreibweisen in eben anderen Systemen verwendet, die sich aber leicht in Dualzahlen umwandeln lassen.

Da das hexadezimale System das für uns wichtigere ist, wollen wir es für das oktale System bei einer Aufgabe für Sie belassen. Sollten Sie mit der Beantwortung der Fragen Schwierigkeiten haben, arbeiten Sie bitte nochmals den ersten Teil des Abschnittes "Zahlensysteme" durch.

**K** Aufgabe 8: Welches ist die größte Ziffer im Oktalsystem?

Wieviele verschiedene Ziffern gibt es im Oktalsystem?

Welchen Stellenwert hat die vierte Stelle einer Oktalzahl?

Computer rechnen zwar mit den Zahlen in der dualen Form, für uns ist aber eine verkürzte Schreibweise viel übersichtlicher. Die Übersicht ist um so mehr gegeben, je einfacher die Beziehung zwischen dem Dualsystem und der verkürzten Schreibweise ist. Computer verwenden üblicherweise eine Stellenzahl, die 4 oder ein Vielfaches davon ist, also 4, 8, 12, 16 usw. (z.Z. werden von großen Computerherstellern Tischcomputer vorgestellt, die Dualzahlen mit 32 Stellen verarbeiten). Für die vereinfachte Darstellung bietet sich das



hexadezimale Zahlensystem an, da hier jeweils 4 Dualstellen durch eine Stelle ersetzt werden.

Mit unserem Wissen über Zahlensysteme können wir über das Hexadezimalsystem folgende Merksätze schreiben:

## M

Im Hexadezimalsystem ist die größte vorkommende Ziffer 15.

Es gibt in diesem System 16 verschiedene Ziffern.

Die Wertigkeit jeder Stelle im Hexadezimalsystem ist eine Potenz (ein Vielfaches) von 16.

Nun ist es aber so, daß wir bisher nur zehn verschiedene Symbole für Ziffern kennen, nämlich 0 - 9. Wir brauchen aber im hexadezimalen System 16 Symbole. Als Erweiterung des bekannten Symbolvorrates hat es sich eingebürgert, die ersten sechs Buchstaben des Alphabets zu verwenden. Also die Ziffernfolge

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
										↓	↓	↓	↓	↓	↓
										10	11	12	13	14	15

Der zugehörige Dezimalwert ist:

Man hätte sich beliebige andere Zeichen für die letzten 6 Ziffern aussuchen können, es hätte nur eine feste Zuordnung zu den Dezimalwerten vereinbart werden müssen. Schauen Sie sich noch einmal die folgende vollständige Tabelle an, die zusammen die Dezimal-, Dual- und Hexadezimalzahlen von 0 - 15<sub>Dez.</sub> enthält, bevor wir uns weiter mit der einfachen Umwandlungsmethode beschäftigen.





Tabelle 2

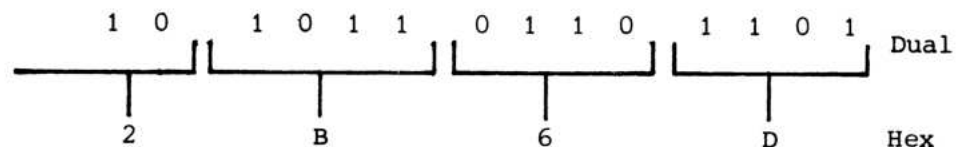
Dezimal	Hexadezimal	Dual
0	0	0000
1	1	0001
2	2	0010
3	3	0011
4	4	0100
5	5	0101
6	6	0110
7	7	0111
8	8	1000
9	9	1001
10	A	1010
11	B	1011
12	C	1100
13	D	1101
14	E	1110
15	F	1111

Als nächstes und abschließend zum Abschnitt "Zahlensysteme" soll uns interessieren, wie wir ohne große Rechenarbeit Dualzahlen in Hexadezimalzahlen und umgekehrt umwandeln. Dazu benötigen wir, wie eben angedeutet, die o.g. Tabelle. Wir haben gesehen, daß den einstelligen hexadezimalen Ziffern vierstellige Dualzahlen gegenüberstehen.

Bei der Umwandlung einer vierstelligen Dualzahl in eine Hexadezimalzahl geht man folgendermaßen vor:

**M** Von rechts ausgehend teilt man die gegebene Dualzahl in Vierer-Gruppen. Diese Vierer-Gruppen werden dann für sich mit Hilfe der Tabelle, die sich nach häufigem Gebrauch eingeprägt hat, umgewandelt.

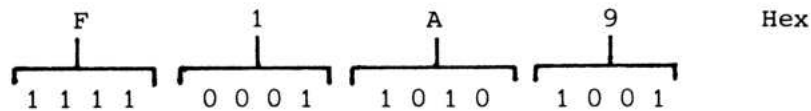
Folgendes Beispiel mag das erläutern:



Die Zahl  $10101101101101_{\text{Dual}}$  entspricht der hexadezimalen Zahl 2B6D. Die 14stellige Dualzahl wird durch eine 4stellige Hexadezimalzahl dargestellt. Wir erkennen sofort die Vereinfachung. Auch die Umkehrung, die Umwandlung einer Hexadezimalzahl in eine Dualzahl, ist einfach: Jede Stelle der Hexadezimalzahl wird mit Hilfe der Tabelle in eine vierstellige Dualzahl umgewandelt.



Beispielsweise sei die Zahl  $F1A9_{\text{Hex}}$  gegeben.



Der Zahl  $F1A9_{\text{Hex}}$  entspricht also die Zahl  $1111000110101001_{\text{Dual}}$ .

Diese Umwandlungsmethode ist sicher leicht zu verstehen. Ihnen wird anfangs der im Hexadezimalsystem größte Ziffernvorrat mit Buchstaben A bis F vielleicht etwas Kopfzerbrechen bereiten, aber auch daran gewöhnen Sie sich, da uns die Hex-Zahlen während des ganzen Kurses begleiten werden.

#### 2.2.4 Codes

Lernziel dieses Abschnittes wird es sein, daß Sie beschreiben können, was ein Code ist, wieso, wann und warum man Codes setzen muß. Wir wollen als erstes versuchen herauszufinden, was sich hinter dem Wort Code verbirgt und welches deutsche Wort sich dafür verwenden läßt. Daß wir fast täglich sog. Codes begegnen, mag folgendes Beispiel erläutern.

Stellen Sie sich vor, Sie fahren mit einem PKW auf eine Ampel zu. Die Ampel springt auf rot, Sie halten an. Nach der Rot-Phase zeigt die Ampel gelb, Sie machen sich anfahrbereit und fahren bei grün los.

Statt der farbigen Signallampen hätte man auch drei Schilder mit den Aufschriften "Halten", "Fahrbereit machen" und "Weiterfahren" aufhängen können, von denen das jeweils erforderliche hochgeklappt wird. Dieses wäre jedoch sehr umständlich! Statt dessen lernt man bereits als Kind die entsprechenden Verhaltensregeln für die drei Farben. Es besteht offensichtlich eine Farb-Verschlüsselung für diese Verhaltensregeln.

**M**

Eine solche Verschlüsselungsvorschrift (Zuordnungsvorschrift) nennt man C o d e.

Wenn man das Wort "Verschlüsseln" liest, denkt man bestimmt gleich an geheimnisvolle Dinge wie Spionage, Agenten, Geheimschriften, geheime Nachrichten usw. Obwohl hier mit verschlüsselten Nachrichten, sogenannten codierten Nachrichten gearbeitet wird, ist das nur ein kleiner Anwendungsbereich. Codes werden u.a. auch bei der Übertragung und/oder Verarbeitung von Daten und In-



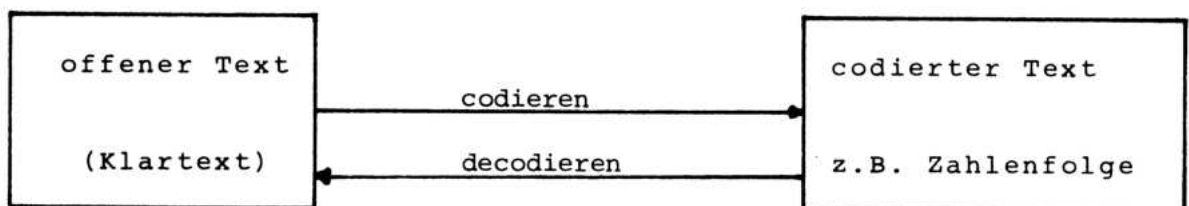
formationen eingesetzt, d.h., jeder Computer arbeitet mit codierten Signalen. Bevor wir im Stoff weitergehen, versuchen Sie einmal, folgende Geheiminformation zu entschlüsseln (decodieren):

76 73 69 66 69 82 75 85 82 83  
84 69 73 76 78 69 72 77 69 82  
83 73 69 76 69 82 78 69 78 71  
69 82 65 68 69 69 84 87 65 83  
85 69 66 69 82 67 79 68 69 83

Wenn es Ihnen nach einigen Versuchen nicht gelingen sollte, den Klartext und damit die Verschlüsselungsvorschrift (Code) herauszufinden, können Sie diese am Ende der Lektion nachschlagen. Ein Mißlingen ist hier sicher nicht tragisch, haben doch Codes häufig den Zweck, Informationen geheim zu halten. Wir wollen uns jetzt mit offenen Codes, die allgemein verwendet werden, beschäftigen. Zuvor merken wir uns noch:

## M

Das Codieren einer Information ändert nur ihre Darstellungsform, aber nicht den Informationsinhalt. Das heißt, durch das Decodieren wird die Information in ihrer ursprünglichen Darstellungsform wieder hergestellt.



## M

Eine Vorschrift für die eindeutige Zuordnung von Zeichen zweier verschiedener Zeichenvorräte nennt man Code.

Häufig werden Codes nicht zum Zweck der Geheimhaltung verwendet, sondern sie werden vielmehr dann benötigt, wenn die vorhandene Information in einer bestimmten Darstellungsform aufbereitet vorliegen muß. Das ist z.B. bei der Informationsverarbeitung in Computern der Fall. Diese arbeiten naturbedingt mit einer ganz bestimmten Darstellungsform. Im folgenden wollen wir uns mit den



Gründen dafür beschäftigen.

Wenn wir uns die technischen Möglichkeiten überlegen, mit denen wir Zustände beschreiben können, fallen uns auf Anhieb ein paar Aussagen ein, z.B.:

Eine Lampe leuchtet oder leuchtet nicht.  
Ein Schalter ist geschlossen oder offen.  
Der Strom fließt oder fließt nicht.  
Die Schranke ist offen oder geschlossen.  
Die Ampel ist rot oder grün.  
Die Uhr funktioniert oder funktioniert nicht.  
usw.

Eine Fortsetzung dieser Aufzählung würde nicht schwerfallen. Wir sehen jedoch bereits aus diesen wenigen Aussagen, daß es offenbar zu jedem Zustand auch ein "Gegenstück" gibt: Schalter geschlossen - Schalter offen. Technisch ist es besonders einfach, jeweils zwischen diesen zwei Zuständen zu unterscheiden.

Erinnern wir uns jetzt schnell noch einmal an das duale Zahlensystem im vorherigen Abschnitt. In diesem System kommen nur zwei Zahlen vor, "0" und "1". Da liegt es doch nahe, auch technische Zustände abgekürzt in einer uns lesbaren und verständlichen Form darzustellen, z.B.

Schalter offen	$\hat{=}$	0
Schalter geschlossen	$\hat{=}$	1

Werden die 0 und 1 in dieser Form zur Darstellung von Zuständen verwendet, nennt man sie Binärzeichen. Das Wort binär kommt aus dem lateinischen und bedeutet soviel wie, aus zwei Einheiten (hier Zuständen) bestehend. Die kleinste Informationsmenge (Informationsgehalt), die wir beim Vorhandensein eines Schalters erhalten, ist eben nur offen oder geschlossen (per Definition sollen Aussagen, wie Schalter halb geschlossen u.ä. nicht zulässig sein). Dann bezeichnet man diese Informationsmenge als 1 Bit. Die Einheit Bit ist gebildet aus den englischen Worten binary digit, im deutschen würden wir das mit Binärziffer oder Dualziffer übersetzen. Wir merken uns:



**M**

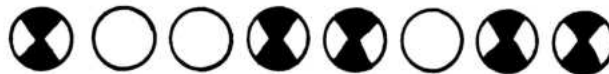
In einem binären System ist die kleinste darstellbare  
Informationsmenge      1 B i t.

Betrachtet man z.B. mehr "Informationsgeber", nehmen wir an, dieses seien



jetzt Lampen, so erhält man auch entsprechend mehr Bits. Werden 8 Lampen für die Anzeige von Zuständen verwendet, so nennt man das eine 8-Bit-parallele Darstellung.

Mit der Darstellung  = Lampe an ( $\hat{=}$  1) und  = Lampe aus ( $\hat{=}$  0) entspricht der binären Ziffernfolge 10011011 das folgende Bild mit Lampen.



Die Frage, wieviel Zustände wir mit einer gegebenen Zahl von Lampen darstellen können, ist jetzt relativ leicht zu beantworten. Mit einer Lampe sind das zwei Zustände, nämlich "an" und "aus". Machen wir uns nun für 2 Lampen eine Tabelle und schreiben die Zustände hinein.

Lampe 2	Lampe 1	Zustand Nr.
aus	aus	1
aus	ein	2
ein	aus	3
ein	ein	4

**K** Aufgabe: 9 Erstellen Sie eine ähnliche Tabelle für 3 Lampen.  
Wieviel Zustände erhalten wir dabei?

Wir haben bisher folgende Zahlen:

Eine Lampe = 2 Zustände, 2 Lampen = 4 Zustände

Wenn Sie die Aufgabe mit 3 Lampen richtig gelöst haben, müssen Sie 8 mögliche Zustände erhalten haben. Bei 4 Lampen erhalten wir 16 Zustände.



Lampenanzahl	Zustandsmöglichkeit
1	2
2	4
3	8
4	16
.	.
.	.

Betrachten wir die Vervielfachung der Zustandsmöglichkeiten, so erkennen wir die bereits aus früheren Abschnitten bekannte Ziffernfolge als Vielfache von 2. Wenn wir nun unsere Lampenbeispiele allgemeiner ausdrücken wollen, können wir uns folgenden Satz merken:

**M**

Mit einer gegebenen Anzahl  $n$  binärer Stellen lassen sich  $2^n$  Zustände darstellen ( $2^n$  heißt wieder, daß die 2  $n$ -mal mit sich selber malgenommen werden muß, z.B.  $2^3 = 2 \times 2 \times 2 = 8$ ).

Kehren wir nun wieder zu unseren Codes zurück. Wir können dann aus dem eben gelernten schließen, daß aus einem Code, der aus  $n$ -Binärstellen besteht, maximal  $2^n$  Codewerte erzeugt werden können. Da jede Binärstelle die Informationsmenge 1 Bit liefert, wird z.B. ein 7stelliger Code auch als 7-Bit-Code bezeichnet.

Um mehrstellige Dezimalzahlen darzustellen, haben wir jetzt zwei Möglichkeiten. Entweder wir wandeln die gesamte Dezimalzahl in eine entsprechende Dualzahl um oder wir erzeugen für jede einzelne Ziffer der Dezimalzahl eine zugehörige Dualzahl. Wenn die Darstellungsform bekannt ist, macht die Rückwandlung keine Probleme. Betrachten wir beide Darstellungsformen am Beispiel der Zahl  $584_{\text{Dez}}$ .

$$584_{\text{Dez}} \hat{=} \text{duales Äquivalent } 1001001000_{\text{Dual}}$$

$$\text{oder} \quad \begin{array}{ccc} 5 & 8 & 4_{\text{Dez}} \\ 0101_{\text{Dual}} & 1000_{\text{Dual}} & 0100_{\text{Dual}} \end{array}$$

Die beiden Folgen aus Nullen und Einsen sind offenbar nicht gleich und auch ungleich lang. Den Unterschied beider Darstellungsformen müssen wir erkennen, da wir uns später häufiger mit dem ziffernweisen Codieren, das ist die zweite Darstellungsform, beschäftigen werden. Dabei werden wir u.a. 8-Bit-lange bi-



näre Ziffernfolgen in 2stellige Hexadezimalzahlen umzuwandeln haben und umgekehrt. Erinnern wir uns: Die sechzehn 4stelligen Dualzahlen lassen sich in die hexadezimalen Ziffern 0 bis F umwandeln. Ein 8-Bit-langes Wort aus Nullen und Einsen läßt sich somit in zwei 4-Bit-lange Wörter teilen, für die man dann die entsprechenden hexadezimalen Werte schreiben kann.

Beispielsweise

$$\begin{array}{ccccccc} 10100101 & = & 1010 & & 0101 \\ & & \downarrow \text{Dual} & & \downarrow \text{Dual} \\ & & \text{A} & & 5 \\ & & \downarrow & & \downarrow \\ & & \text{Hex} & & \text{Hex} \end{array}$$

Codiert man die 10 dezimalen Ziffern 0 - 9 dual, so benötigt man dafür 4 Stellen. Das heißt zu 0 - 9<sub>Dez</sub> gehören auch 10 duale Codeworte. Diese heißen Tetraden (das Wort Tetrade kommt aus dem griechischen und bedeutet so viel wie "das aus vier Teilen bestehende Ganze"), die 6 nicht benötigten Dualworte nennt man Pseudotetraden.

Erläuterungen zu drei in der Praxis eingesetzte Codes sollen diesen Abschnitt beschließen. Als Beispiel haben wir den Morse-Code, das Telegraf Alphabet CCITT Nr. 2 als 5-Bit-Code und den ASCII-Code als 7-Bit-Code ausgewählt. Der Morse-Code setzt sich aus kurzen und/oder langen Zeichen zusammen, die häufig zur Verdeutlichung mit Punkten und Strichen gekennzeichnet werden. Dieses Prinzip ist sicherlich vielen bekannt, wobei man gleich an das internationale See-notrufzeichen SOS denkt, Punkt Punkt Punkt Strich Strich Strich Punkt Punkt Punkt, ...---... (unter Fachleuten ist diese Punkt/Strich-Symbolisierung meist nicht üblich. Beim Aussprechen von Morsezeichen verwendet man "di" für ein kurzes und "da" für ein langes Zeichenelement. Am Ende wird jeweils ein t dit bzw. h dah angehängt). Um die Übertragungssicherheit und Übertragungsgeschwindigkeit zu erhöhen, wurde von dem Herrn Morse der Code so ausgewählt, daß besonders häufig vorkommende Buchstaben aus wenigen bzw. kurzen Zeichen bestehen.



Tabelle 3

a	.-	didah	n	-.	dadit
ä	.-.-	didadidah	o	---	dadadah
b	---.	dadididit	ö	---.	dadadadit
c	.-.-	dadidadit	p	.--.	didadadit
ch	----	dadadadah	q	--.-	dadadidah
d	-..	dadidit	r	.-.	didadit
e	.	dit	s	...	dididit
f	..-.	dididadit	t	-	dah
g	--.	dadadit	u	..-	dididah
h	....	didididit	ü	..--	dididadah
i	..	didit	v	...-	didididah
j	.---	didadadah	w	.--	didadah
k	.-.	dadidah	x	---.	dadididah
l	.-..	didadidit	y	-.--	dadidadah
m	--	dadah	z	--..	dadadidit

Zahlen:

1	.----	didadadadah	6	-....	dadidididit
2	..----	dididadadah	7	--....	dadadididit
3	...--	didididadah	8	---..	dadadadidit
4	....-	dididididah	9	----.	dadadadadit
5	.....	dididididit	0	-----	dadadadadah

Satz- und Hilfszeichen:

Trennung ==	-...-	Bruchstrich	-.--.
Strichpunkt ;	-.-.-.	Doppelpunkt :	---...
Komma ,	--...-	Fragezeichen ?	..--..
Apostroph '	.-----	Trennung zwischen ganzer Zahl und Bruch	.-...-
Bindestrich	-.....-	Punkt .	.-.-.-
Klammer ( )	-.-.-.-		
Anführungs- striche "	.-...-		





Die nächsten beiden Codes sind ebenfalls Informationsübertragungs-codes. Der CCITT-Code Nr. 2 wird als Übertragungscode bei Fernschreiberverbindungen eingesetzt. Es handelt sich um einen 5-Bit-Code. Mit 5 Bit pro Codewort ergibt sich die Möglichkeit,  $2^5 = 32$  Codeworte zu erzeugen. Da aber die Summe der Buchstaben, Ziffern und Steuerzeichen größer als 32 ist, wird neben dem 5stelligen Code am Fernschreiber eine zusätzliche Taste benötigt, die zwischen Buchstaben und Ziffern umschaltet. Damit sind dann 64 Codeworte darstellbar.

Tabelle 4: CCITT Nr. 2

	Schriftzeichen-Liste		Binär-Äquivalent			
	Buchstaben	Ziffern Zeichen	START	Code-Kombination	STOP	
1	A					
2	B					
3	C					
4	D					
5	E					
6	F					
7	G					
8	H					
9	I					
10	J					
11	K					
12	L					
13	M					
14	N					
15	O					
16	P					
17	Q					
18	R					
19	S					
20	T					
21	U					
22	V					
23	W					
24	X					
25	Y					
26	Z					
27	Wagenrücklauf					
28	Zeilenvorschub					
29	Buchstaben					
30	Ziff. u. Zeich.					
31	Zwischenraum					
32						

Da der ASCII-Code 7 Bits zur Informationsdarstellung verwendet, lassen sich  $2^7 = 128$  Codeworte erzeugen. Wird der ASCII-Code in 8 Bit dargestellt, ist das 8. Bit frei und trägt nicht zum Informationsgehalt bei.

☒ Binär "1"  
☐ Binär "0"



Bei gerader Anzahl der Einsen

oder bei ungerader Anzahl der Einsen

Ein Übertragungsfehler wird dann festgestellt, wenn die empfangene Zahl der Einsen gerade ist und das Paritäts-Bit 0 ist bzw. umgekehrt. Der Informationsaustausch kann dann z.B. unterbrochen und die Wiederholung des fehlerhaften Codewortes verlangt werden. Das Paritäts-Bit wird uns später in anderem Zusammenhang noch begegnen.



Tabelle 5:      ASCII-Tabelle

Hex.	Dez.	Okt.	ASCII	Bedeutung	
00	0	0	NUL	NULL	Null
01	1	1	SOH	START OF HEADING	Kopfzeilenbeginn
02	2	2	STX	START OF TEXT	Textanfangszeichen
03	3	3	ETX	END OF TEXT	Textendezeichen
04	4	4	EOT	END OF TRANSMISSION	Ende der Übertragung
05	5	5	ENQ	ENQUIRY	Aufforderung zur Datenübertragung
06	6	6	ACK	ACKNOWLEDGE	Positive Rückmeldung
07	7	7	BEL	BELL	Klingelzeichen
08	8	10	BS	BACKSPACE	Rückwärtsschritt
09	9	11	HT	HORIZONTAL TABULATION	Horizontal Tabulator
0A	10	12	LF	LINE FEED	Zeilenvorschub
0B	11	13	VT	VERTICAL TABULATION	Vertikal Tabulator
0C	12	14	FF	FORM FEED	Seitenvorschub
0D	13	15	CR	CARRIAGE RETURN	Wagenrücklauf
0E	14	16	SO	SHIFT OUT	Dauerumschaltungs- zeichen
0F	15	17	SI	SHIFT IN	Rückschaltungszeichen
10	16	20	DLE	DATA LINK ESCAPE	Datenübertragungs- umschaltung
11	17	21	DC1	DEVICE CONTROL 1(X-ON)	Gerätesteuerzeichen 1
12	18	22	DC2	DEVICE CONTROL 2(TAPE)	Gerätesteuerzeichen 2
13	19	23	DC3	DEVICE CONTROL 3(X-OFF)	Gerätesteuerzeichen 3
14	20	24	DC4	DEVICE CONTROL 4(TAPE)	Gerätesteuerzeichen 4
15	21	25	NAK	NEGAT. ACKNOWLEDGE	Negative Rückmeldung
16	22	26	SYN	SYNCHRONOUS IDLE	Synchronisierung
17	23	27	ETB	END OF TRANSMISSION BLOCK	Ende des Datenüber- tragungsblocks
18	24	30	CAN	CANCEL	Ungültig
19	25	31	EM	END OF MEDIUM	Ende der Aufzeichnung
1A	26	32	SUB	SUBSTITUTE	Substitution
1B	27	33	ESC	ESCAPE	Umschaltung
1C	28	34	FS	FILE SEPARATOR	Hauptgruppentrenn- zeichen
1D	29	35	GS	GROUP SEPARATOR	Gruppentrennzeichen
1E	30	36	RS	RECORD SEPARATOR	Untergruppentrenn- zeichen
1F	31	37	US	UNIT SEPARATOR	Teilgruppentrennzeichen
20	32	40	SP	SPACE	Leerzeichen
21	33	41	!	EXCLAMATION POINT	Ausrufungszeichen
22	34	42	"	QUOTATION MARK	Anführungszeichen
23	35	43	+	NUMBER SIGN	Nummerzeichen
24	36	44	\$	DOLLAR SIGN	Dollarzeichen
25	37	45	%	PERCENT SIGN	Prozentzeichen
26	38	46	&	AMPERSAND	Kommerzielles UND-Zeichen
27	39	47	'	APOSTROPHE	Hochkomma
28	40	50	(	OPENING PARENTHESIS	runde Klammer (offen)
29	41	51	)	CLOSING PARENTHESIS	runde Klammer (geschlossen)
2A	42	52	*	ASTERISK	Stern
2B	43	53	+	PLUS	Pluszeichen



ASCII-Tabelle

Hex.	Dez.	Okt.	ASCII	Bedeutung	
2C	44	54	,	COMMA	Komma
2D	45	55	-	HYPHEN (MINUS)	Bindestrich (Minuszeichen)
2E	46	56	.	PERIOD (DECIMAL)	Punkt
2F	47	57	/	SLANT	Schrägstrich (rechts)
30	48	60	0		
31	49	61	1		
32	50	62	2		
33	51	63	3		
34	52	64	4		
35	53	65	5		
36	54	66	6		
37	55	67	7		
38	56	70	8		
39	57	71	9		
3A	58	72	:	COLON	Doppelpunkt
3B	59	73	;	SEMI-COLON	Semikolon
3C	60	74	<	LESS THAN	Kleiner als
3D	61	75	=	EQUALS	Gleichheitszeichen
3E	62	76	>	GREATER THAN	Größer als
3F	63	77	?	QUESTION MARK	Fragezeichen
40	64	100	@	COMMERCIAL AT	Kommerzielles a-Zeichen
41	65	101	A		
42	66	102	B		
43	67	103	C		
44	68	104	D		
45	69	105	E		
46	70	106	F		
47	71	107	G		
48	72	110	H		
49	73	111	I		
4A	74	112	J		
4B	75	113	K		
4C	76	114	L		
4D	77	115	M		
4E	78	116	N		
4F	79	117	O		
50	80	120	P		
51	81	121	Q		
52	82	122	R		
53	83	123	S		
54	84	124	T		
55	85	125	U		
56	86	126	V		
57	87	127	W		
58	88	130	X		
59	89	131	Y		
5A	90	132	Z		
5B	91	133	[	OPENING BRACKET	eckige Klammer (offen)

Hex.	Dez.	Okt.	ASCII	Bedeutung	
5C	92	134	\	REVERSE SLANT	Schrägstrich (links)
5D	93	135	]	CLOSING BRACKET	eckige Klammer (geschlossen)
5E	94	136	^	CIRCUMFLEX	Zirkumflex
5F	95	137	_	UNDERSCORE	Unterstrich
60	96	140	`	GRAVE ACCENT	
61	97	141	a		
62	98	142	b		
63	99	143	c		
64	100	144	d		
65	101	145	e		
66	102	146	f		
67	103	147	g		
68	104	150	h		
69	105	151	i		
6A	106	152	j		
6B	107	153	k		
6C	108	154	l		
6D	109	155	m		
6E	110	156	n		
6F	111	157	o		
70	112	160	p		
71	113	161	q		
72	114	162	r		
73	115	163	s		
74	116	164	t		
75	117	165	u		
76	118	166	v		
77	119	167	w		
78	120	170	x		
79	121	171	y		
7A	122	172	z		
7B	123	173	{	OPENING BRACE	geschweifte Klammer (offen)
7C	124	174		VERTICAL LINE	Vertikalstrich
7D	125	175	}	CLOSING BRACE (ALT MODE)	geschweifte Klammer (geschlossen)
7E	126	176	~	TILDE	Tilde
7F	127	177	DEL	DELETE (RUBOUT)	Löschen



### 2.3. Binäre Rechenmethoden

Nachdem wir Zahlensysteme kennen und gesehen haben, daß sie in ihrem Aufbau gleich sind, müssen wir uns noch mit den Rechenmethoden beschäftigen. Um das Verständnis für das ungewohnte Rechnen im dualen Zahlensystem zu wecken, werden wir zuerst immer die Methode im dezimalen System behandeln. Die Addition ist für uns die am leichtesten durchführbare Rechnung. Deshalb wird es unser Ziel sein, die Subtraktion über einen einfachen Umweg durch eine Addition zu ersetzen, um zu dem gleichen Ergebnis zu kommen.

#### a) Addieren im Dezimalsystem

Für das Addieren im dezimalen Zahlensystem gilt die uns allen bekannte, folgende Regel:

Addition aller dezimalen Stellen gleicher Wertigkeit, beginnend mit der rechten Stelle, entsprechend der niedrigsten Wertigkeit. Ist das Ergebnis der Addition in einer Stelle größer als 9, wird nur die niederwertigste Stelle hingeschrieben. Die höherwertige Stelle wird als Übertrag mit in die nächste Stelle genommen und dort addiert.

#### Beispiel:

1. Summand	1 2 3 4	4 3 2 1
2. Summand	+ 5 6 1 2	+ 6 0 1 9
Übertrag	+ _____	+1    1
	6 8 4 6	1 0 3 4 0
	kein Übertrag	hier ergibt sich zweimal ein Übertrag

Werden sehr große Zahlenkolonnen addiert, kann es sehr wohl sein, daß in einer oder mehreren Stellen größere Überträge vorkommen, die sogar Überträge in die übernächste Stelle liefern.

#### b) Addieren im Dualsystem

Wir wissen aus der dezimalen Addition, daß immer dann ein Übertrag auftritt, wenn die 9 in einer Stelle überschritten wird. Die 9 ist die größtmögliche dezimale Ziffer in einer Stelle. Da im dualen Zahlensystem nur die Ziffern 0 und 1 vorkommen, und damit die 1 bereits die größte Ziffer ist, müssen offenbar andere Addierregeln gelten.



$$0 + 0 = 0$$

$$0 + 1 = 1$$

$$1 + 0 = 1$$

$$1 + 1 = 0 \quad \text{mit Übertrag 1 in die nächste höherwertige Stelle}$$

Oder anders dargestellt:

0	0	1	1	
<u>+0</u>	<u>+1</u>	<u>+0</u>	<u>+1</u>	
0	1	1	1 0	
			↑	Übertrag

Beispiel:

1. Summand	1 0 0 0 0 1		1 1
2. Summand	+ 1 0 1 0		+ 1
Übertrag	+ _____		+ 1
	1 0 1 0 1 1		1 0 0

Zwecks Schreibvereinfachung läßt man - wie auch im dezimalen System üblich - die Übertragungszeile weg und merkt sich den Übertrag im Kopf oder durch eine kleine Notiz über der zu addierenden Spalte (Stelle). Dazu zwei Beispiele, von denen Sie das zweite selbst vervollständigen können.

Übertrag	1 1 1 1		1 0 0 0 0
	1 0 1 1 0		1 0 0 0 0
	+ 1 1 0 1 0		+ 1 0 0 1 1
	1 1 0 0 0 0		

**K** Aufgabe 10: Führen Sie für die beiden folgenden Aufgaben die duale Addition durch.

10001	10101
+ 111	+ 1011
_____	_____

Wandeln Sie alle Dualzahlen in Dezimalzahlen um, und prüfen Sie so Ihr Ergebnis.



Als nächstes behandeln wir die Subtraktion im dualen Zahlensystem. Wir hatten angedeutet, daß wir diese Subtraktion auf eine Addition zurückführen werden, genauer gesagt, auf eine Komplement-Addition. Das Wort Komplement kommt aus dem lateinischen und bedeutet Ergänzung.

Als Ergänzung ist hier die Zahl gemeint, die eine gegebene Zahl bis zur nächsten höheren dezimalen Stelle ergänzt. Soll diese Definition der Ergänzung auch für andere beliebige Zahlensysteme mit der Basis B gelten, so spricht man vom B-Komplement. Wir werden später auch die Zahl benötigen, die um 1 kleiner ist als das B-Komplement. Diese Zahl ist dann das (B-1)-Komplement. Um dieses zu verdeutlichen, nachfolgend einige Beispiele:

B-Komplement und (B-1)-Komplement im Dezimalsystem

<u>gegebene Zahl</u>	<u>7</u>	<u>17</u>	<u>295</u>	<u>13988</u>
B-Komplement	3	83	705	86012
(B-1)-Komplement	2	82	704	86011

Bei der ersten Zahl wird auf 10, bei der zweiten auf 100, bei der dritten auf 1 000 und der vierten auf 100 000 ergänzt. Im Dezimalen heißt das B-Komplement auch Zehnerkomplement, das (B-1)-Komplement auch Neuner-Komplement.

Diese Ergänzungen können wir jetzt auch für duale Zahlen finden. Die Zahl, bis zu der ergänzt werden muß, ist eine Folge von Nullen mit einer Eins in der ersten Stelle. Die Anzahl der Nullen ist gleich der Anzahl der Stellen der gegebenen Zahl. Beispielsweise muß von 10 bis auf 100 ergänzt werden. Bei kleinen Dualzahlen ist das Auffinden des B-Komplements noch überschaubar und möglich. Für längere oder sehr lange Dualzahlen ist das fast unmöglich, weshalb man einen kleinen Trick anwenden muß.

Wie wir in den Beispielen gleich sehen werden, stellt das (B-1)-Komplement im Dualen genau die Umkehrung der Nullen und Einsen in der Ziffernfolge dar, d.h., im (B-1)-Komplement wird jede gegebene 0 zu einer 1 und umgekehrt. Statt des Wortes Umkehrung wird häufig auch das Wort Invertierung (oder Negation) gebraucht. Eine solche Invertierung kann man rein schematisch durchführen, ohne viel zu überlegen.

<u>Beispiel:</u>	Gegebene Zahl	1 0 0 0 1 0 1 1
	das Invertierte davon	0 1 1 1 0 1 0 0
	(= (B-1)-Komplement)	



Wenn das (B-1)-Komplement die Zahl ist, die sich durch Abziehen einer 1 von dem B-Komplement ergibt, gilt umgekehrt, daß man das B-Komplement erhält, wenn man zum (B-1)-Komplement eine 1 addiert.

### Beispiele:

B-Komplement und (B-1)-Komplement im Dualsystem

gegebene Zahl	10	1111	101010	1010
B-Komplement	10	0001	010110	0110
(B-1)-Komplement	01	0000	010101	0101

Im dualen Zahlensystem heißt das B-Komplement auch Zweier-Komplement, das (B-1)-Komplement Einer-Komplement. Wir merken uns:

**M**

Im dualen Zahlensystem findet man das B-Komplement indem man das (B-1)-Komplement bildet und eine 1 hinzuaddiert, wobei das (B-1)-Komplement die invertierte gegebene Zahl ist.

$\text{B-Komplement} = (\text{B-1-Komplement} + 1)$
-----------------------------------------------------

### c) Subtrahieren im Dezimalsystem durch Komplement-Addition

Da bei der Subtraktion, je nach Größe von Minuend und Subtrahend, das Ergebnis positiv oder negativ werden kann, müssen wir jetzt diese beiden Fälle unterscheiden. Die beiden Zahlen seien für unsere folgende Rechnung 157 und 23. Um die Ergebnisse vorwegzunehmen: Es muß herauskommen

A)  $157 - 23 = 134$

B)  $23 - 157 = -134$

A) 
$$\begin{array}{r} 157 \\ -023 \\ \hline \end{array}$$

B) 
$$\begin{array}{r} 23 \\ -157 \\ \hline \end{array}$$

**M**

Fehlende Stellen im Subtrahenden sind mit führenden Nullen aufzufüllen





B-Komplement bilden und nachfolgende Addition

$$\begin{array}{r} 1 \ 5 \ 7 \\ + 9 \ 7 \ 7 \\ \hline 1 \ 1 \ 3 \ 4 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \ 3 \\ + 8 \ 4 \ 3 \\ \hline 8 \ 6 \ 6 \end{array}$$

Folgende Regeln sind zu beachten:

**M**

Wenn ein Übertrag erfolgt ist, wird dieser gestrichen und die verbleibende Zahl ist das positive Ergebnis.

Wenn in der höchstwertigen Stelle kein Übertrag erfolgt ist, muß die Zahl komplementiert werden und man erhält das negative Ergebnis.

Wir rechnen noch einmal:

$$\begin{array}{r} 1 \ 5 \ 7 \\ + 9 \ 7 \ 7 \\ \hline \cancel{1} \ 1 \ 3 \ 4 \end{array}$$

Übertrag streichen,  
Rest ist positives  
Ergebnis 134

$$\begin{array}{r} 2 \ 3 \\ + 8 \ 4 \ 3 \\ \hline 8 \ 6 \ 6 \end{array}$$

Kein Übertrag, Ergebnis komplementieren (zu 1 000) und man erhält das negative Ergebnis -134

**K** Aufgabe 11: Mit den folgenden drei Beispielen üben Sie bitte das Subtrahieren im dezimalen Zahlensystem nach dem eben beschriebenen Verfahren.

$$\begin{array}{r} 23 \ 487 \\ - \quad 198 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 795 \\ - 795 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 2 \ 314 \\ - 46 \ 780 \\ \hline \end{array}$$



d) Subtrahieren im Dualsystem durch Komplementaddition

Im Dualsystem wird das Subtrahieren nach dem gleichen Verfahren durchgeführt und ist im Prinzip genau so einfach, nur ungewohnter. Wir wollen für die Beispielrechnung folgende Zahlen vorgeben:

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ - \quad \quad 1 \ 1 \ 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \quad \quad \quad 1 \ 1 \ 1 \\ - 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ \hline \end{array}$$

Als erstes ist die abzuziehende Zahl ggf. mit führenden Nullen aufzufüllen.

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ - 0 \ 0 \ 1 \ 1 \ 1 \\ \hline \end{array}$$

Erzeugung des B-Komplementes (aus dem (B-1)-Komplement und Addition von 1).

$$\begin{array}{r} 1 \ 1 \ 0 \ 1 \ 0 \\ 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 0 \\ + \quad \quad \quad 1 \\ \hline 1 \ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1 \end{array}$$

Übertrag streichen,  
positives Ergebnis  
 $10011_{\text{Dual}}$

$$\begin{array}{r} \quad \quad \quad 1 \ 1 \ 1 \\ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \ 1 \\ + \quad \quad \quad 1 \\ \hline 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \end{array}$$

Kein Übertrag, also negative  
Zahl, die man durch Bilden des  
B-Komplementes findet

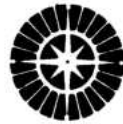
$$\begin{array}{r} 0 \ 1 \ 1 \ 0 \ 1 \\ 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 0 \text{ (B-1)-Komplement} \\ + \quad \quad \quad 1 \\ \hline 1 \ 0 \ 0 \ 1 \ 1_{\text{Dual}} \end{array}$$

negatives Ergebnis

**K** Aufgabe 12: Führen Sie die folgenden Subtraktionen aus:

$$\begin{array}{r} 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \\ - \quad \quad 1 \ 0 \ 1 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} \quad \quad \quad 1 \ 0 \ 1 \\ - 1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1 \\ \hline \end{array}$$



## 2.4. Logische Verknüpfungen

Da Mikroprozessoren neben den arithmetischen Rechenoperationen auch logische Operationen durchführen können, müssen wir über ihr Wesen und ihre Funktion ebenfalls etwas wissen. In dieses Thema wollen wir über die Aussagenlogik einsteigen und es dann von der technischen Anwendung mehr praxisbezogen weiter behandeln.

### 2.4.1 Aussagen und ihr Wahrheitsgehalt

Eine Aussage ist ein sprachliches Gebilde, welches einen Sachverhalt beschreibt und die Eigenschaft wahr oder falsch zu sein haben kann. Diese Eigenschaften werden als gegeben und feststehend angenommen. Die Logik untersucht also nicht, was wahr oder falsch ist im Sinne des derzeitigen Erkenntnisstandes (es gibt somit nicht den Einwand: Ja, aber ....).

**M**

In der zweiwertigen Aussagenlogik sind nur die beiden Wahrheitswerte **W A H R** oder **F A L S C H** als Eigenschaften einer Aussage zugelassen.

Zulässige Aussagen wären z.B.: Schlaf beseitigt Müdigkeit  
Blut ist rot  
Milch ist ein Tierprodukt  
Brot kann man essen

Unzulässige Aussagen sind: Im All existiert Leben  
Der Satz, den Sie gerade lesen, ist falsch

Im ersten Fall der unzulässigen Aussagen können wir den Aussagegehalt wahr oder falsch z.Z. nicht festlegen, während im zweiten Fall inhaltlich kein Sachverhalt dahinter steht.

Eine einfache Form, eine Aussage in eine andere umzuwandeln, ist die Umkehrung (Negation) des Wahrheitsgehaltes. Die wahre Aussage "Blut ist rot" kann in die falsche Aussage "Blut ist grün" oder auch "Blut ist nicht rot" umgeformt werden.

Eine weitere Möglichkeit, den Aussagegehalt zu verändern bietet sich durch die Verknüpfung von zwei oder mehr Aussagen. Die Verknüpfung der Aussagen



"Milch ist ein Tierprodukt" mit der Aussage "Brot kann man essen" durch das Wort und

Milch ist ein Tierprodukt und Brot kann man essen

liefert insgesamt wieder den Aussagegehalt "wahr", da beide Teilaussagen für sich wahr sind. Es müssen also Aussage 1 und Aussage 2 wahr sein, da diese durch das Wort "und" verknüpft sind. Die Aussageverknüpfung wäre falsch, wenn es hieße

Milch ist kein Tierprodukt und Brot kann man essen

oder

Milch ist kein Tierprodukt und Brot kann man nicht essen

Das Wort oder läßt weitere Verknüpfungen zu.

Brot kann man essen oder Blut ist rot

Brot kann man essen oder Blut ist grün

Brot kann man nicht essen oder Blut ist rot

Brot kann man nicht essen oder Blut ist grün

Von diesen vier Aussageverknüpfungen sind die ersten drei in ihrem Aussagegehalt wahr, da nun die Forderung gilt, die eine oder die andere Aussage muß wahr sein.

Nur wenn beide nicht wahr (falsch) sind, ist auch der Aussagegehalt der Verknüpfung falsch.

Um nicht immer ganze Sätze schreiben zu müssen, können wir eine Aussage z.B. mit einem großen Buchstaben abkürzen: Aussage A, Aussage B, .... Wenn wir dann noch wahr mit "w" und falsch mit "f" abkürzen, kann das alles noch in eine Tabellenform gebracht werden, die man als Wahrheitstabelle bezeichnet (erinnern wir uns jetzt daran, wieviel Kombinationsmöglichkeiten es gibt, wenn zwei Größen jeweils für sich nur zwei Zustände annehmen können!).

A	B	<u>und</u>
f	f	f
f	w	f
w	f	f
w	w	w

A	B	<u>oder</u>
f	f	f
f	w	w
w	f	w
w	w	w

Die bisher gewählten Beispiele geben keinerlei technischen Hintergrund wieder. Wenn wir nun die Aussagen auf technische Sachverhalte beziehen, können



wir z.B. folgende Aussagen machen:

Der Schalter ist geschlossen

Die Lampe ist eingeschaltet

Die Aussagen sind aber nur dann "wahr", wenn der Schalter wirklich geschlossen ist bzw. die Lampe wirklich leuchtet. Sie können jetzt offenbar den Aussagegehalt "falsch" haben, wenn der Schalter nicht geschlossen bzw. die Lampe nicht eingeschaltet ist.

Größen, die zwei oder mehr Zustände oder Werte einnehmen können, werden als Variable bezeichnet.

Für uns sind nun natürlich nur solche Variable interessant, die zwei Zustände annehmen können wie z.B. Schalter offen/geschlossen, Lampe ein/aus, Strom fließt/fließt nicht usw. Aus solchen Aussagen, die einen technischen Bezug haben, können auch wieder Verknüpfungen mit den Worten und bzw. oder gebildet werden.

Der Schalter ist geschlossen und der Strom fließt.

Die Lampe leuchtet oder der Schalter ist nicht geschlossen.

#### 2.4.2 Technische Realisierung von Aussagen und deren Verknüpfungen

Wir haben nun gelernt, daß sich viele Aussagen in ihrem Gehalt auf wahr/falsch bzw. ja/nein beschränken lassen. Außerdem wissen wir, daß Prozeßdatenverarbeitungsanlagen und Computer für ihre interne Darstellung von Werten ebenfalls nur die Zustände 1 bzw. 0 kennen. Es liegt nun nahe, den Aussagegehalt wahr bzw. ja dem logischen Zustand 1 und falsch bzw. nein dem logischen Zustand 0 zuzuordnen.

Innerhalb des Computers werden der 1- und 0-Zustand durch ganz genau definierte Spannungspegel dargestellt:

**M**

1-Zustand  $\hat{=}$  hoher Spannungspegel (High Pegel)

0-Zustand  $\hat{=}$  niedriger Spannungspegel (Low Pegel)

Die Schwierigkeiten bestehen häufig darin, daß Größen, die in einem Prozessor verarbeitet werden sollen, nicht in der erforderlichen Spannungsform vorliegen. Es müssen dann Umformungs- oder Anpassungsschaltungen eingesetzt werden, die die Ja-/Nein-Zustände an die Spannungspegel im Prozessor anpassen.



Eine Anpassungsschaltung, die die Zustände einer physikalischen Größe in die erforderlichen Spannungszustände für den Prozessor umsetzt, bezeichnet man als Interface.

Die Entwicklung von Datenverarbeitungsanlagen hat sich in vielen Schritten vollzogen. Die Relais- und Röhrentechnik ist lange durch Halbleitertechnik abgelöst. Es gab die Dioden-Logik, die Dioden/Transistor-Logik und weitere Kombinationen davon. Durch die Möglichkeit, immer mehr Transistorfunktionen zusammenzufassen - zu integrieren - entstand die Transistor/Transistor-Logik, welche heute weltweit als sog. TTL-Technik einen Standard darstellt. Diese Technik arbeitet mit 5-V-Versorgungsspannung und einem Low-Pegel zwischen 0 und 0,8 V bzw. einem High-Pegel zwischen 2,4 und 5 V.

Neben der TTL-Technik ist heute die MOS-Technologie mit vielen Varianten sehr verbreitet (MOS, metal oxid semiconductor). Wir wollen die verschiedenen Technologien hier nicht weiter vertiefen und verweisen auf die entsprechende Literatur und Datenbücher. Uns soll es nun im weiteren um die Funktion sog. integrierter Schaltungen, engl. integrated circuits, gehen. Aus der englischen Bezeichnung ist die Abkürzung IC abgeleitet.

Schaltungen, die die Realisierung logischer Verknüpfungen ermöglichen, nennt man Gatter. In einem IC sind ein oder mehrere Gatter untergebracht. Die wichtigsten Funktionen sind im folgenden dargestellt. Dabei werden die Eingangsvariablen durch große Buchstaben A, B, C ... und der Ausgangszustand durch Z gekennzeichnet. Zu jeder logischen Funktion sind die Wahrheitstafel, die algebraische Funktionsbeschreibung und mehrere Zeichnungssymbole dargestellt (Anmerkung: Neben diesen logischen Verknüpfungen gibt es eine Vielzahl weiterer Funktionen, die zu einer Logik-Familie gehören, z.B. Zähler, Register, Multiplexer, Codierer, Decoder etc.). Es werden für die Ja/Nein-Zustände die Abkürzungen

Ja	(1)	=	H	(high)
Nein	(0)	=	L	(low)

verwendet.



Tabelle 6

a) Logische UND-Funktion (engl. AND)

Das logische Operationszeichen für UND ist:  $\wedge$

Algebraische Gleichung  $Z = A \wedge B$

Wahrheitstabelle

Symbol

			deutsch (neu)	deutsch (alt)	amerikanisch
B	A	Z			
L	L	L			
L	H	L			
H	L	L			
H	H	H			

b) Logische ODER-Funktion (engl. OR)

Das logische Operationszeichen für ODER ist:  $\vee$

Algebraische Gleichung  $Z = A \vee B$

Wahrheitstabelle

Symbol

			deutsch (neu)	deutsch (alt)	amerikanisch
B	A	Z			
L	L	L			
L	H	H			
H	L	H			
H	H	H			

c) Logische Negations-Funktion (engl. inverter bzw. NOT)

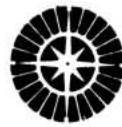
Das logische Zeichen für die Negation ist ein Querstrich über der Variablen.

Algebraische Gleichung  $A = \bar{A}$

Wahrheitstabelle

Symbol

		deutsch (neu)	deutsch (alt)	amerikanisch
A	Z			
L	H			
H	L			



Aus diesen drei Grundfunktionen lassen sich nun Kombinationen bilden, die ebenfalls als Gatter integriert werden. Das sind die NICHT-UND- sowie die NICHT-ODER-Funktionen. Sie entsprechen der eben besprochenen Funktion, außer, daß zusätzlich eine Negation angefügt wurde.

- d) Logische NICHT-UND-Funktion (engl. NAND, not and)

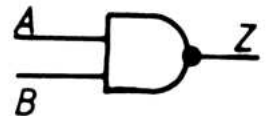
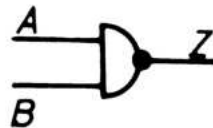
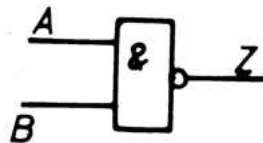
Algebraische Gleichung  $Z = \overline{A \wedge B}$

Wahrheitstabelle

Symbol

deutsch (neu)      deutsch (alt)      amerikanisch

B	A	Z
L	L	H
L	H	H
H	L	H
H	H	L



- e) Logische NICHT-ODER-Funktion (engl. NOR, not or)

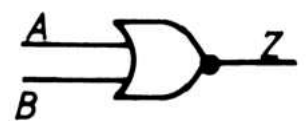
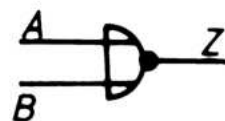
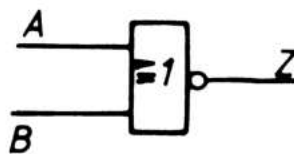
Algebraische Gleichung  $Z = \overline{A \vee B}$

Wahrheitstabelle

Symbol

deutsch (neu)      deutsch (alt)      amerikanisch

B	A	Z
L	L	H
L	H	L
H	L	L
H	H	L



Eine weitere Funktion, die wir bisher nicht besprochen haben, ist auch als Gatter verfügbar. Es handelt sich um eine dem ODER ähnliche Funktion. Schauen wir uns noch einmal die Wahrheitstabelle der ODER-Funktion an. Der Ausgang ist immer dann H, wenn einer oder beide Eingänge H sind. Wenn man den Zustand "beide Eingänge H" ausklammert, in dem der Ausgang auch auf L geht, falls diese Kombination auftritt, so erscheint ein H am Ausgang nur bei Ungleichheit beider Eingänge. Das ist die Funktion der Antivalenz (Ungleichheit). Sie wird auch als Exklusiv-ODER oder englisch als EXOR bezeichnet.





f) Logische Exklusiv-ODER-Funktion (engl. EXOR), Operationszeichen  $\oplus$

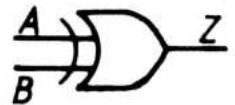
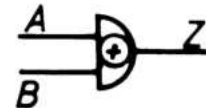
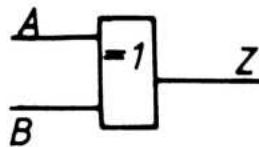
Algebraische Gleichung  $Z = (A \wedge \bar{B}) \vee (\bar{A} \wedge B)$

Wahrheitstabelle

Symbol

deutsch (neu)      deutsch (alt)      amerikanisch

B	A	Z
L	L	L
L	H	H
H	L	H
H	H	L



Für viele von Ihnen war dieser erste Teil der Lektion sicher nur Wiederholung. Andere haben vielleicht gemerkt, daß sie das eine oder andere aus den Grundlagen der Elektronik und Digitaltechnik in einem anderen Buch nachlesen müssen. Ziel war es, für den nun kommenden Teil, wo wir in die eigentliche Mikroprozessortechnik einsteigen, halbwegs gleiche Voraussetzungen zu schaffen oder, falls jemand nicht Fachmann ist, wenigstens so viele Grundlagen zu bringen, daß man das folgende verstehen kann.



### 3. Der Aufbau von Computersystemen

Nachdem wir uns nun mit grundlegenden Prinzipien der digitalen Informationsverarbeitung beschäftigt haben, wollen wir uns dem Aufbau von Computersystemen zuwenden. Zur Informationsverarbeitung gehört neben den beiden Themen (arithmetische und logische Operationen), die wir behandelt haben, auch das Thema Datentransport (Datentransfer). Daten müssen zu dem Ort transportiert und dort bereitgestellt werden, wo sie verarbeitet werden sollen. Dieser Ablauf wird jedoch viel verständlicher, wenn wir uns jetzt direkt mit der Hard- und Software beschäftigen.

#### 3.1. Der Unterschied zwischen Hard- und Software

Mit dem Einsatz von Datenverarbeitungsanlagen und Prozeßrechnern haben auch die Begriffe Hardware und Software ihre Verbreitung gefunden. Dem Nicht-Fachmann wollen wir diese beiden Begriffe noch einmal kurz gegenüberstellen. Im Gegensatz zu früheren elektronischen, digitalen Geräten, die nur mit Gattern, Zählern, Registern etc (Hardware) aufgebaut wurden, ist heute beim Einsatz von Mikroprozessoren auch ein Programm (Software) erforderlich, unter dessen Kontrolle dieser Mikroprozessor arbeitet.

Ein Computer- oder Mikroprozessorsystem läßt sich also immer in diese beiden Teilkomponenten trennen.

<b>M</b>	<b>HARDWARE</b>	ist ein Sammelbegriff für Bauteile, kompl. Schaltungen auf Leiterplatten, komplette Geräte und Zusatzgeräte wie z.B. Drucker etc. (Hardware kann man anfassen!).
	<b>SOFTWARE</b>	ist ein Sammelbegriff für Programme, die in Computer- oder Mikroprozessorsystemen eingesetzt werden, d.h., Systemprogramme, Anwenderprogramme etc.

Der Begriff Hardware soll andeuten, daß damit Dinge beschrieben werden, die feststehend und nicht ohne weiteres veränderbar sind (einen Mikroprozessorchip kann man nicht einfach durchsägen und hat dann zwei Teilfunktionen).

Der Begriff Software soll die Flexibilität (im Sinne von Veränderbarkeit) solcher Systeme andeuten. Eine bestehende Hardware kann durch Ändern von Programmteilen geänderte Funktionen ausführen oder durch völliges Austauschen von Programmen völlig neue Funktionen erhalten.

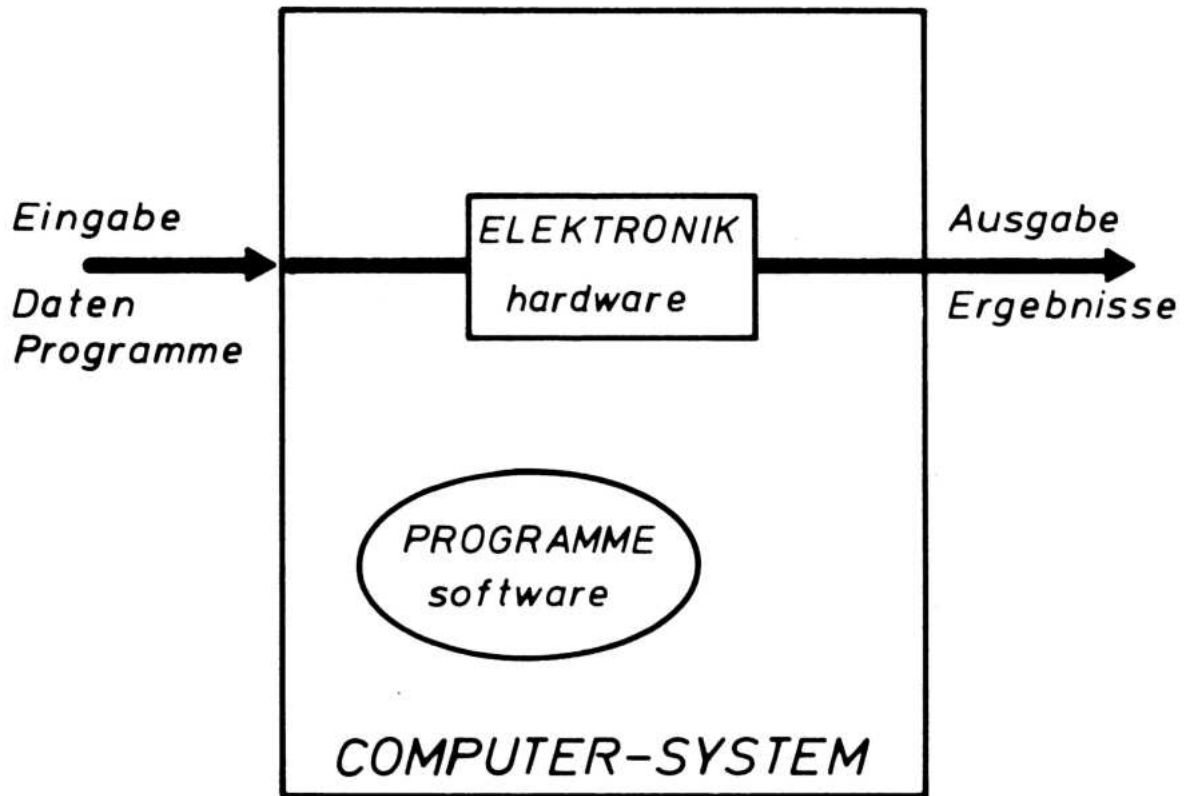
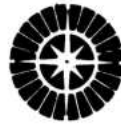


Bild 1  
Computer-System

Als System bezeichnet man die Zusammenfassung von Hardware- und Softwarefunktionen, die es ermöglicht, mit Hilfe von Eingaben (Betriebsdaten, Prozeßdaten, Programmen etc.) die gewünschten Ausgaben (Prozeßsteuerung, Betriebsergebnisse u.ä.) zu erhalten.



### 3.2. Mikroprozessor, Mikrocomputer und Minicomputer

Die in dieser Überschrift verwendeten Begriffe werden heute in der Fachsprache häufig gebraucht. Wir wollen versuchen, eine grobe Abgrenzung zu beschreiben, wobei die einzelnen Bereiche durchaus überlappen.

Der Mikroprozessor ist ein einzelner Baustein, der aus einem Steuer- und Rechenwerk besteht. Er ist in der Lage, einen Prozeß (Ablauf) zu kontrollieren bzw. zu steuern. Da er das "Herzstück" eines jeden Kleincomputersystems ist, wird er auch als Zentraleinheit bezeichnet.

Der Mikrocomputer enthält als Zentraleinheit einen Mikroprozessor. Außerdem gehören bereits Schnittstellen zur Außenwelt und Speicher dazu und natürlich auch Software. Es können kleinere bis mittlere Steuerungs- und Regelungsaufgaben ausgeführt werden. Vom Umfang her entspricht ein solches System etwa dem Aufbau des "micromaster".

Der Minicomputer ist praktisch das Bindeglied zwischen den eben beschriebenen Minimalsystemen geringster Ausstattung und den Großrechenanlagen, bzw. der mittleren Datentechnik, die für die Verarbeitung von Massendaten (betriebswirtschaftliche Steuerung eines großen Industriebetriebes, bei Behörden oder z.B. Steuerung technologisch komplizierter Prozesse) geschaffen wurden. Minicomputer beinhalten heute bereits häufig zwei Mikroprozessoren, sie weisen intelligente Schnittstellen für Datensichtgeräte, Drucker etc. auf und verfügen über relativ viel Speicherraum.

Zu einem Computersystem gehören heute auch mehr oder weniger aufwendige Peripheriegeräte (peripher = am Rande, in der Umgebung befindlich). Peripheriegeräte sind um die eigentliche Computer-Elektronik herum angeordnet, z.B.

#### Drucker

- Massenspeicher    -   Magnetband (Musik-Kassetten, Digital-Kassetten, spez. Magnetbandgeräte)
- Disketten
- Festplatten

#### Datensichtgeräte

#### Grafik-Geräte (Plotter)

Sie ermöglichen erst eine sinnvolle Kommunikation mit einem Computersystem. Mikrocomputer als Aufbau auf Einzelplatinen verfügen, wenn sie als Lehr- und



Übungsgeräte konzipiert sind, über einen Anschluß für Musik-Kassettengeräte für die Abspeicherung und Wiedergabe von Programmen. Die Kommunikation erfolgt über eine Hex-Tastatur und 7-Segment-Anzeige.

Minicomputer sind da schon komfortabler ausgestattet. Um die weit größeren Möglichkeiten zu nutzen, gehört zu einem sinnvollen Datenaustausch ein Datensichtgerät mit vollständiger Tastatur. Einfachere Geräte dieser Gruppe speichern die Programme und Daten ebenfalls auf Musik-Kassetten. Bei gehobeneren Ansprüchen werden Floppy-Disks (Disketten) eingesetzt. Diese Floppies sind dünne flexible Scheiben, die magnetisch beschichtet sind, und auf die ein Schreib-/Lesekopf die Informationen einträgt oder wieder ausliest. Ein noch sehr viel größeres Speichervolumen weisen die Festplatten auf, die aber heute noch sehr viel teurer als Diskettenlaufwerke sind. Der große Vorteil der Floppy und der Festplatte liegt neben dem großen Speichervolumen darin, daß die Organisation des Abspeicherns und des Lesens vom Computer von der Betriebssoftware durchgeführt wird. Da für das eigentliche Verständnis des Mikroprozessors und für das Programmiertraining die Kenntnisse über die anspruchsvolleren Peripheriegeräte nicht erforderlich sind, werden wir erst in einer späteren Lektion detaillierter auf diese eingehen.

### 3.3. Systemsoftware und Anwendersoftware

Vereinfacht könnte man sagen: Alles, was der Lieferant des Computersystems neben der Hardware als Software mitliefert, ist Systemsoftware und was wir als Anwender an Programmen schreiben ist Anwendersoftware. Das stimmt zwar im wesentlichen, trotzdem müssen wir das noch etwas detaillierter betrachten.

Sie Systemsoftware (Betriebssystem) ist in der Regel ein Programm, welches den Datentransport innerhalb des gesamten Computersystems inklusive den Peripheriegeräten ermöglicht. Solche Funktionen, die durch ein System-Kommando aufgerufen werden, können z.B. sein:

- Daten von der Tastatur holen und in den Prozessor bringen.
- Daten aus dem Prozessor auf die Anzeige bringen.
- Daten innerhalb des Speicherbereichs verschieben.
- Daten von einer Floppy holen und auf eine andere kopieren.
- Inhaltsverzeichnis einer Floppy auf dem Datensichtgerät ausgeben.
- Ein erstelltes Programm auf dem Drucker ausgeben usw.



Ein wesentliches Merkmal der Systemsoftware ist es, daß Daten zwar transportiert, aber dabei nicht geändert werden. Wie immer, bestätigen auch hier Ausnahmen die Regel. Es gibt die Möglichkeit, Programme oder Daten, die unter einem bestimmten Namen auf einer Floppy stehen, zu löschen oder z.B. auch den Namen zu ändern.

Die Hilfsmittel, die erforderlich sind, um als Anwender einer bestimmten Sprache programmieren zu können, kann man zwar fertig kaufen, sie sind aber keine Systemsoftware. Mit diesen Hilfsmitteln ist es dem Anwender wiederum möglich, die Systemsoftware zu ändern. Meistens wird sie erweitert. Zum Beispiel kann es erforderlich sein, einen bestimmten Druckertyp an ein System anzupassen. Der Anwender braucht dann eine spezielle Programmerweiterung für die Ausgabe auf diesem Drucker. Wird dieses Hilfsprogramm mit in die Systemsoftware "eingebunden", so ist es ebenfalls Systemsoftware geworden und kann als solche aufgerufen werden, obwohl das Programm ursprünglich vom Anwender geschrieben wurde.

Als Anwender schreibt man in irgendeiner Programmiersprache ein anwendungsorientiertes Programm, d.h. dieses Programm soll ein Problem, eine Aufgabe des Anwenders lösen. Nehmen wir an, in einem Kleinbetrieb sollen Lieferscheine und Rechnungen sowie Adressenaufkleber für den Versand automatisch von einem Minicomputer erstellt werden, dann muß ein Programm geschrieben werden, welches den Kundenauftrag mit Kundenadresse, Lieferumfang usw. erfaßt und aus diesen erfaßten Daten zusammen mit einer gespeicherten Preisliste die erforderlichen Belege ausdruckt. Dieses Problem ist anwendungsorientiert und kann prinzipiell mit jedem System gelöst werden.

Aus dem eben beschriebenen Problem sehen Sie deutlich den Unterschied zur Systemsoftware. Hier werden in einem Anwenderprogramm Daten erfaßt, bereits gespeicherte Daten mit herangezogen, neue Daten erstellt und gespeichert bzw. gedruckt - es werden Daten verarbeitet.

**M** Die Systemsoftware organisiert den Datenfluß in einem Computersystem, ändert aber in der Regel keine Daten.

Sie wird oft als Betriebssystem bezeichnet.

Die Anwendersoftware ist problemorientiert und ist Hilfsmittel zur Lösung von Aufgaben des Anwenders.

Eine weitere Gruppe von Software sind die Programmiersprachen, auf die wir später noch genauer eingehen werden. An dieser Stelle sei noch kurz auf die Bezeichnung "Monitor" für Mini-Betriebssysteme, die in Mikrocomputern einge-



setzt werden, eingegangen. Hier ist mit Monitor nicht ein Bildschirm gemeint, wie er beim Fernsehen zur Programmkontrolle eingesetzt wird. Trotzdem hat es etwas mit kontrollieren zu tun. Das Systemprogramm "Monitor", also das Mini-Betriebssystem, kontrolliert und ermöglicht den geordneten Datenfluß in dem Mikrocomputersystem. In dem Monitor sind z.B. alle Kommandos des "micromaster" programmiert.

### 3.4. Was es heißt, einen Computer zu programmieren.

Ohne, daß wir uns bereits mit Programmiersprachen beschäftigt haben, wollen wir auf ein grundlegendes Problem hinweisen, welches sich immer dann ergibt, wenn man "so nah am Prozessor programmiert", wie wir es vorhaben.

Wir haben im ersten Teil dieser Lektion gelernt, wie sich Informationen darstellen lassen. Daten und Befehle an den Prozessor lassen sich auch, wie die von uns früher betrachteten Zahlen, in Nullen und Einsen codieren. Dabei entspricht in einem System die "0" dem niedrigen und die "1" dem hohen Spannungspegel. Daraus schließen wir, daß der Mikroprozessor auch nur diese Pegel verarbeiten kann.

Da wir unmittelbar auf der Prozessebene, man spricht von der Maschinenebene, arbeiten wollen, müssen wir uns mit den Befehlen vertraut machen, die wir direkt eingeben können und die der Mikroprozessor dann versteht. Auf der Maschinenebene gibt es nicht die Möglichkeit, zu sagen: Hole das Datenwort aus dem Speicher und bringe es in den Prozessor. Ein solcher Befehl muß in Form von mehreren Nullen und Einsen codiert sein und kann demnach auch in hexadezimaler Form dargestellt werden.

**M** Diese Form der Befehls- und Datendarstellung in Nullen und Einsen wird als Maschinen-Code oder Maschinensprache bezeichnet.

Gleichgültig, wie oder in welcher Sprache ein Programm erstellt wurde, muß es, bevor es im Computer (Mikroprozessor) ablaufen kann, in den Maschinencode umgewandelt werden. Man spricht vom Übersetzen des Programms. Erst ein in die Maschinen-Sprache des Mikroprozessors übersetztes Programm kann von diesem ausgeführt werden.





#### 4. Der Mikroprozessor

##### Funktionsweise und Einsatz in Computersystemen

Nachdem wir nun versucht haben, Ihnen die Unterscheidungsmerkmale verschiedenen aufwendiger Computersysteme und die ersten wichtigen Fachworte nahezubringen, wollen wir vom Begriff Computersystem ausgehend dieses Stichwort immer weiter detaillieren, um schließlich mit der Beschreibung der Funktionsweise des Mikroprozessors diesen Abschnitt zu beenden. Das Stichwort Computersystem trifft bereits auf unser Bild 1 zu, das wir noch einmal kurz betrachten.

#### 4.1. Computersysteme: Der Mikroprozessor und seine Umgebung

Wenn wir uns nun die Begriffe des vorherigen Abschnittes wieder anschauen, dann können wir z.B. die Begriffe Hardware und Software bereits mit bekanntem Wissen ausfüllen und ein neues Bild daraus ableiten. Beginnen wir mit der Hardware.

Wir wissen, daß wir im Computer den Datenfluß und Befehlsablauf koordinieren und steuern müssen, folglich brauchen wir

##### ein Steuerwerk

Im Computer können logische und arithmetische Operationen ausgeführt werden. Dazu benötigen wir

##### ein Rechenwerk

Beide, Steuerwerk und Rechenwerk, befinden sich in

##### der Zentraleinheit

Daten müssen auf Peripheriegeräten ausgegeben (z.B. Drucker) oder von dort abgeholt werden (z.B. Tastatur). Das bewältigt im Computersystem

##### die Ein- und Ausgabesteuerung

Die erforderliche Software muß im Computersystem ständig zur Verfügung stehen. Die funktionale Einheit, wo diese Software abgelegt ist, ist

##### der Speicher

Auch die Software hatten wir bereits im vorherigen Abschnitt unterteilt. Wir wissen, daß wir

##### ein Betriebssystem

und für die Lösung unserer vielfältigen Aufgaben sogenannte Arbeitsprogramme





Anwendersoftware

brauchen.

Als Hilfsmittel für die Erstellung der Anwendersoftware brauchen wir noch  
die Programmiersprachen.

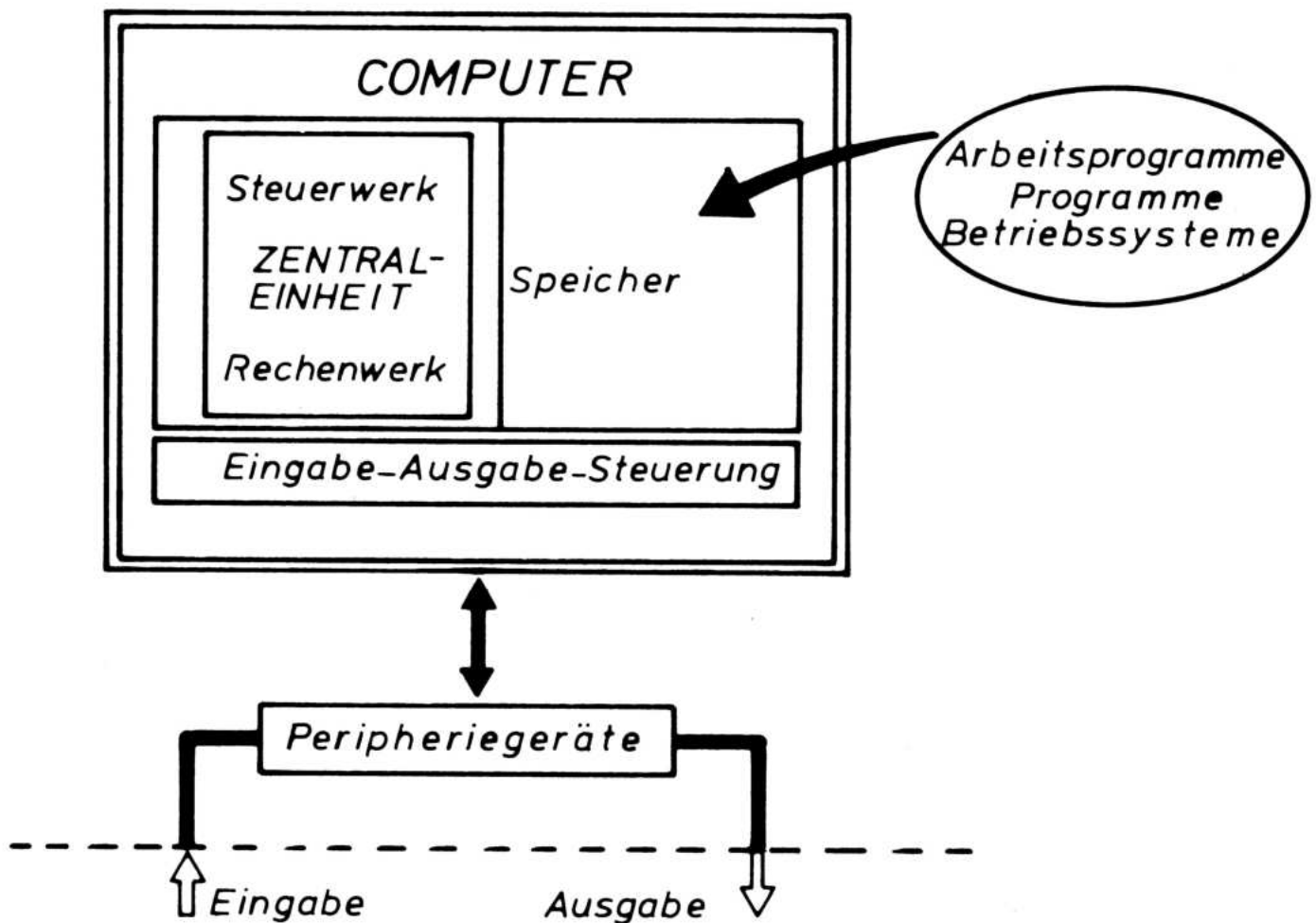


Bild 2



Damit können wir Bild 1 in einer etwas detaillierteren Form darstellen. Betrachten Sie nun das Bild 2, so sehen Sie noch keine neuen, uns unbekannte Merkmale. Anders wird es jetzt, wenn wir weiter verfeinern. Wir wollen nun untersuchen, welche Arten von Speicherbausteinen erforderlich sind, um die gewünschten Funktionen in einem System zu erfüllen. Außerdem können wir jetzt bereits davon ausgehen, daß die in dem nächsten Bild dargestellten Funktionsgruppen durch Bausteine in Form integrierter Schaltungen realisiert werden können.

Im Bild 3 finden wir zum ersten Mal den Begriff Bus. Diesen Begriff wollen wir zuerst erläutern:

**M** Man versteht unter einem Bus eine Zusammenfassung von Leitungsverbindungen gleicher Funktion, die gleichzeitig an verschiedenen Bausteinen angeschlossen sind.

Zum Beispiel spricht man speziell vom Datenbus, wenn man die 8 parallelen Datenleitungen meint, die den Mikroprozessor mit seiner Umwelt (Speicher, Peripherie etc.) verbinden. Etwas später werden wir auf die unterschiedlichen Busse eingehen.

Am Beispiel des Mikrocomputers im Bild 3 wollen wir jetzt die unterschiedlichen Speichertypen behandeln. Wir finden dort die deutschen Begriffe

Festspeicher und Schreib-/Lese-Speicher.

Beide Speichertypen speichern zwar Informationen, aber ihre Arbeitsweise und ihr Einsatz sind grundsätzlich verschieden.

Betrachten wir z.B. das Monitorprogramm des "micromaster", so ist das eine Betriebssoftware, von der Sie erwarten, daß sie Ihnen ständig nach dem Einschalten zur Verfügung steht. Dabei ist es gleich, ob Sie das Gerät einmal oder hundertmal einschalten. Folglich muß das Monitorprogramm in einem Speicher stehen, der seinen Wert nie ändert, auch nicht, wenn das Gerät ausgeschaltet wird. Ein solcher Speichertyp wird Festspeicher oder Festwertspeicher genannt. Oder stellen Sie sich beispielsweise eine mikroprozessorgesteuerte Waschmaschine vor. Die im Herstellerwerk einmal einprogrammierten Waschprogramme dürfen sich auch nicht ändern und müssen demzufolge in einem Festspeicher stehen.

Wenn Informationen im Festspeicher nicht geändert werden, und dieser Speichertyp auch beim Ausschalten des Gerätes sein "Gedächtnis" nicht verliert, so können wir annehmen, daß es nur einen Informationsfluß in eine Richtung gibt

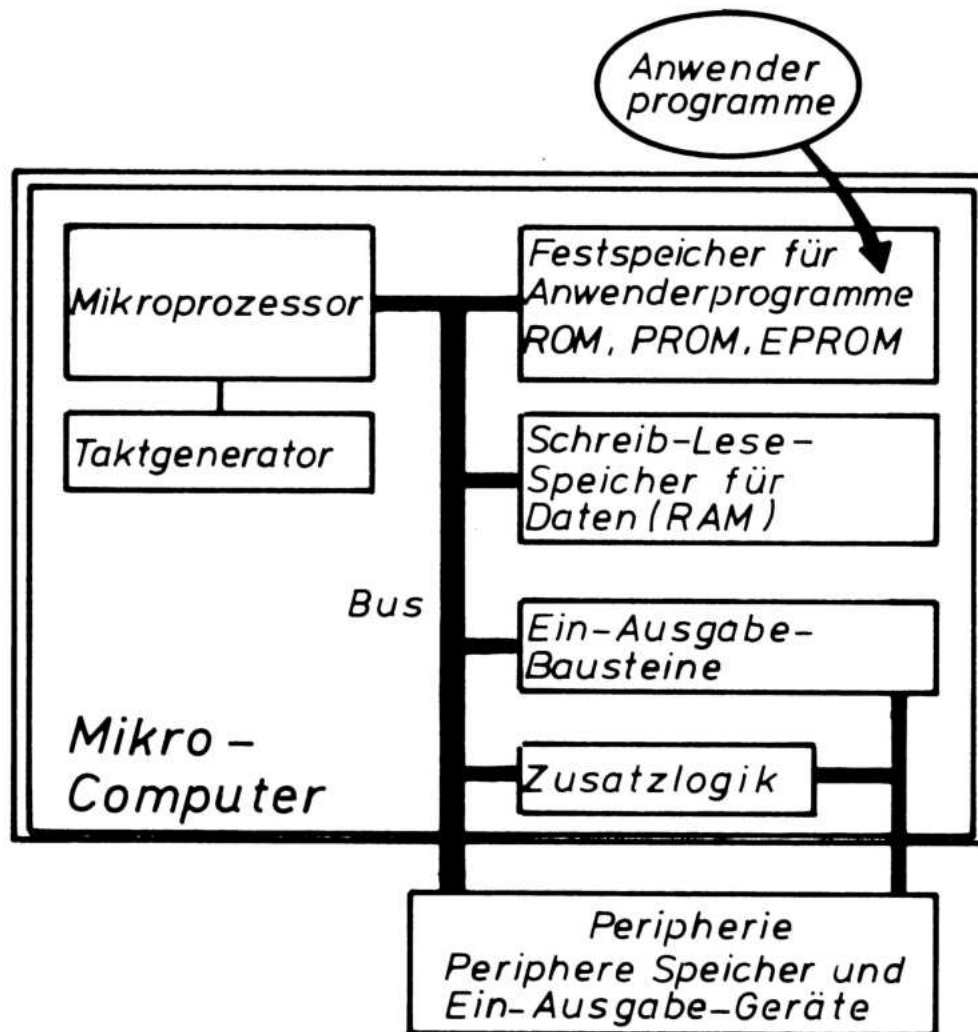
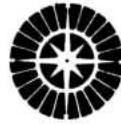


Bild 3



- nämlich aus dem Speicher heraus.

**M** Aus einem Festspeicher kann man nur Informationen auslesen!

Die englische Abkürzung dieses Speichertyps heißt: ROM. Sie steht für

read only memory

Die sinngemäße Übersetzung dieser Worte bedeutet: Speicher, der nur gelesen werden kann. Wir müssen nun den ROM-Speichertyp als Festspeicher noch in seinen Varianten mit unterschiedlichen Einsatzgebieten unterscheiden.

### ROM

Das eigentliche ROM wird vom Halbleiterhersteller (Hersteller des ROM) nach Kundenwünschen programmiert. Dafür sind sehr kostspielige und aufwendige technologische Verfahren erforderlich, so daß sich der Einsatz von ROM's nur in der Massenware lohnt, also bei Stückzahlen, die in die Tausende und mehr gehen. Bevor eine ROM-Serie hergestellt wird, muß beim Auftraggeber die Software völlig einwandfrei laufen und ausgetestet sein (stellen Sie sich vor, man muß 10 000 - Zehntausend! - ROM's wegwerfen, weil ein Softwarefehler vorliegt. Möchten Sie in der Haut des Programmierers stecken, der vielleicht für den Fehler verantwortlich ist?).

### PROM

Aus dem eben Geschilderten, ergaben sich von den Speicheranwendern sofort zwei Forderungen: Erstens sollten für kleinere Stückzahlen die hohen Herstellkosten beim Lieferanten wegfallen und zweitens wollte man die Bausteine selbst programmieren können. Es wurde das PROM geschaffen.

PROM = programmable read only memory

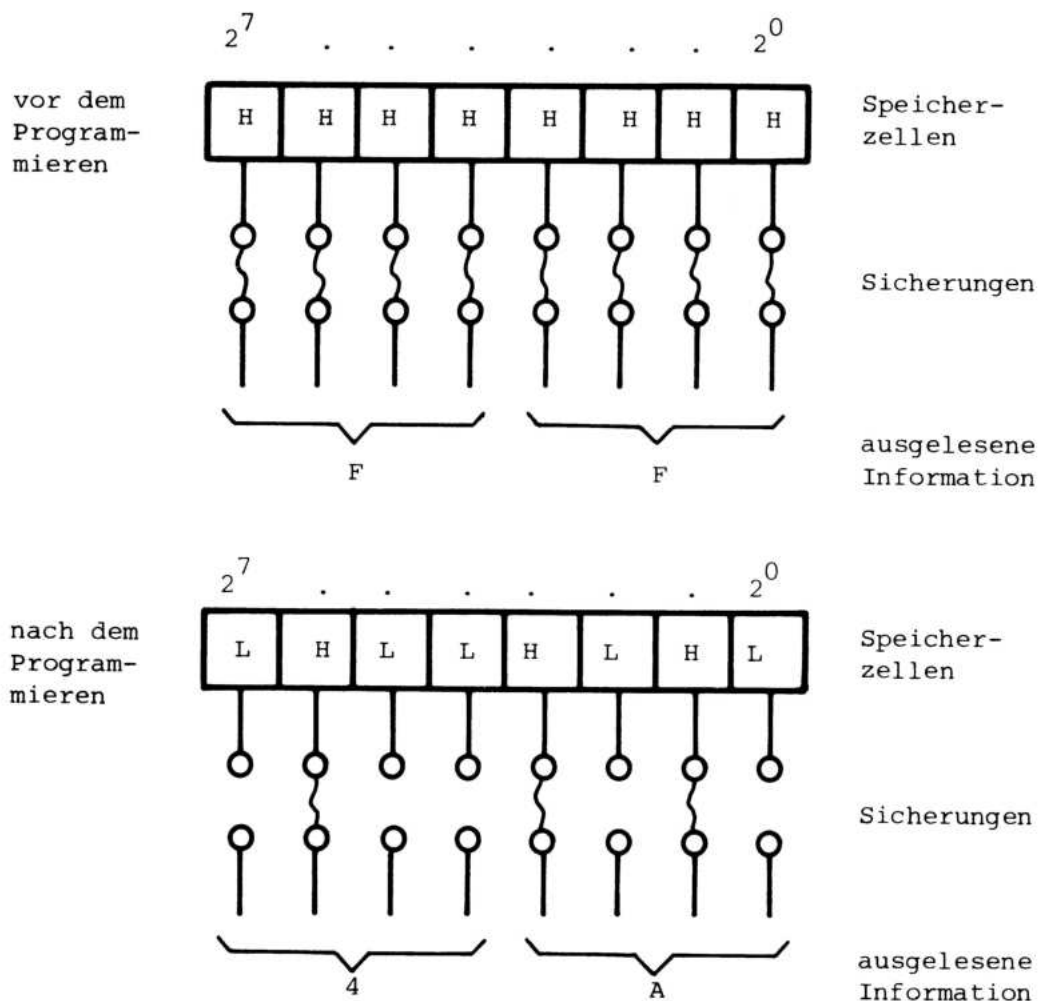
Es handelt sich also um ein durch den Kunden programmierbares ROM. Der Anwender kauft die unprogrammierten PROM's vom Halbleiterlieferanten und kann nun auf einem eigenen Programmiergerät die gewünschte Information "einbrennen" (manchmal wird im Fachjargon auch vom "Schießen" gesprochen). Der Einsatz liegt bei kleinen bis mittleren Stückzahlen, wo sich die Herstellung eines ROM nicht lohnt.

Vereinfacht muß man sich den Programmiervorgang folgendermaßen vorstellen: Ein PROM hat eine bestimmte, vom Hersteller vorgegebene Anzahl von Speicherzellen. Jede dieser Speicherzellen ist mit einer winzig kleinen Sicherung versehen. Der Anwender kann nun mit Hilfe seines Programmiergerätes durch geziel-



te Anwahl einer Speicherzelle diese Sicherung durch einen kurzen Stromstoß zerstören, wodurch diese Zelle einen entgegengesetzten logischen Zustand annimmt. Nehmen wir an, im unprogrammierten Zustand haben alle Speicherzellen den logischen Zustand high ( $H = 1$ ), so nimmt nach dem Programmieren eine Zelle den Zustand low ( $L = 0$ ) an.

Beispiel: Programmierung der Information  $4A_{\text{Hex}}$



B i l d 4

Ist eine PROM-Zelle einmal programmiert, kann sie nicht wieder in ihren ursprünglichen Zustand gebracht werden! Es ist lediglich möglich, in einem nächsten Programmiergang weitere Sicherungen durchzubrennen. Frage: Welche Speicherzelle muß zusätzlich gebrannt werden, um im vorigen Beispiel die Information  $48_{\text{Hex}}$  zu programmieren?



## EPROM

Wünschenswert seitens der Speicheranwender war es auch, Speicherbausteine zur Verfügung zu haben, welche löschar, d.h. wiederverwendungsfähig sind. Dabei sollte der Baustein beim Anwender (theoretisch) beliebig oft programmierbar und löschar sein. Diese Forderung erfüllt das EPROM.

EPROM = erasable programmable read only memory

Das deutsche Wort für erasable ist löschar. Diese Bausteine sind auf ihrer Oberfläche mit einem Quarzglasfenster versehen, durch welches der Speicher-Chip für ultraviolette Strahlung zugänglich ist. In Löschlampen werden die Speicherbausteine der Strahlung einer höhensonnenähnlichen Quarzlampe ausgesetzt. Beim EPROM werden keine Sicherungen beim Programmieren durchgebrannt. Hier wird die Speicherzelle durch Einbringen einer elektrischen Ladung in den low-Zustand versetzt. Diese Ladung bleibt durch extrem gute Isolation gespeichert, wodurch die Information erhalten bleibt. Beim Löschvorgang wird durch die UV-Strahlung im Speicherchip ein photoelektrischer Prozess in Gang gesetzt, durch den die beim Programmieren eingebrachte Ladung abgebaut und der gesamte Speicherbaustein in seinen Ursprungszustand gebracht wird. Danach kann er neu programmiert werden.

Eine andere Variante der löscharen Speicher ist das

EEPROM = electrical erasable programmable read only memory

Das EEPROM arbeitet ähnlich dem EPROM, kann aber im Gegensatz zu dem UV-Licht mit einem elektrischen Strom gelöscht werden. Ein großer Vorteil der beiden löscharen Speichertypen ist die große Flexibilität ihres Einsatzes. Da sie in der Regel nur auf Sockeln eingebaut werden, sind Software-Änderungen einfach möglich, was bei der Entwicklung eines mikroprozessorgesteuerten Gerätes oder bei Funktionsänderungen eines solchen Gerätes von großem Nutzen ist.

Das Gegenstück zum Festwertspeicher, der sich nur lesen läßt, ist der Schreib-/Lese-Speicher. Sein Einsatzgebiet ist leicht zu beschreiben und zu verstehen. Erinnern Sie sich bitte an das Beispiel für den Anwendungsfall eines Minicomputers auf Seite 47. Dort war ein Datenverarbeitungsbeispiel (automatische Erstellung von Lieferscheinen und Rechnungen) genannt. Bei diesem Beispiel werden im Computer ständig Daten eingegeben, Daten aus einem Speicher geholt, intern neue Daten erzeugt, Daten ausgegeben usw. Diese Daten müssen auch gespeichert sein, ändern sich aber ständig! Es muß demzufolge im System einen Speicherbereich geben, der sich ändern läßt. Das heißt in diesen Speicherbereich



muß man Daten einschreiben und auch wieder auslesen können. Dabei werden alte Daten, die nicht mehr benötigt werden, mit neuen Daten überschrieben. Der Speichertyp, der in diesem Fall eingesetzt wird, heißt

RAM = random access memory

Random access memory kann sinngemäß als Speicher mit wahlfreiem Zugriff übersetzt werden. Wahlfreier Zugriff heißt hier, daß man auf jede der Speicherzellen zum Schreiben oder Lesen frei zugreifen kann. Ein großer Nachteil der RAM's liegt darin, daß sie ihr Gedächtnis, ihre gespeicherte Information, verlieren, wenn die Versorgungsspannung ausgeschaltet wird oder ausfällt. Da letzteres nie gewollt ist, wird der RAM-Speicherbereich oder ein Teil davon häufig mit einer kleinen Batterie zur Datensicherung gepuffert.

In den RAM-Bereich werden nicht nur Daten abgelegt, sondern dieser Bereich wird auch als Anwenderspeicher genutzt. Stellen Sie sich vor, Sie wollen mit einem Computer täglich mehrere verschiedene Aufgaben ausführen. Falls der Speicherbereich zu klein ist, um alle erforderlichen Anwenderprogramme gleichzeitig zu fassen, muß man das jeweils erforderliche Programm vor Beginn der Ausführung neu laden.

Um noch einmal die unterschiedlichen Aufgaben und Funktionen zu verdeutlichen, wollen wir zusammenfassend einmal Dinge aus unserem täglichen Leben beschreiben, denen man vergleichend ähnliche Merkmale wie den besprochenen Speicherbausteinen zuordnen kann.

Beispiel: Die unterschiedlichen Phasen zur Herstellung eines Buches

ROM fertiges Buch.

Merkmale: Hohe Auflage, in einer Druckerei hergestellt, Informationsfluß in eine Richtung, nach dem Druck nicht mehr änderbar.

PROM maschinengeschriebenes Manuskript des Buches.

Merkmale: Einzelstück oder nur geringe Stückzahl (Probeabzüge), Informationsfluß nur in eine Richtung, vom Autor oder in dessen Auftrag hergestellt, nur schwer änderbar.

RAM handgeschriebenes, mit Bleistift erstelltes Manuskript.

Merkmale: Autor schreibt Informationen auf viele Seiten Papier, liest diese. Der Text gefällt nicht, wird wegradiert und neu geschrieben.



Betrachten wir nun wieder das Bild 3, so sehen wir, daß der Mikroprozessor noch mit Ein-/Ausgabe-Bausteinen verbunden ist. Diese Bausteine sind in der Regel bereits Schnittstellenelemente, die speziell für die entsprechende Mikroprozessorfamilie entwickelt wurden. Eine Schnittstelle ist eine Anpaßschaltung zwischen zwei unterschiedlichen Systemen oder z.B. auch zwischen einem System und Peripheriegeräten. Die englische Bezeichnung dafür ist

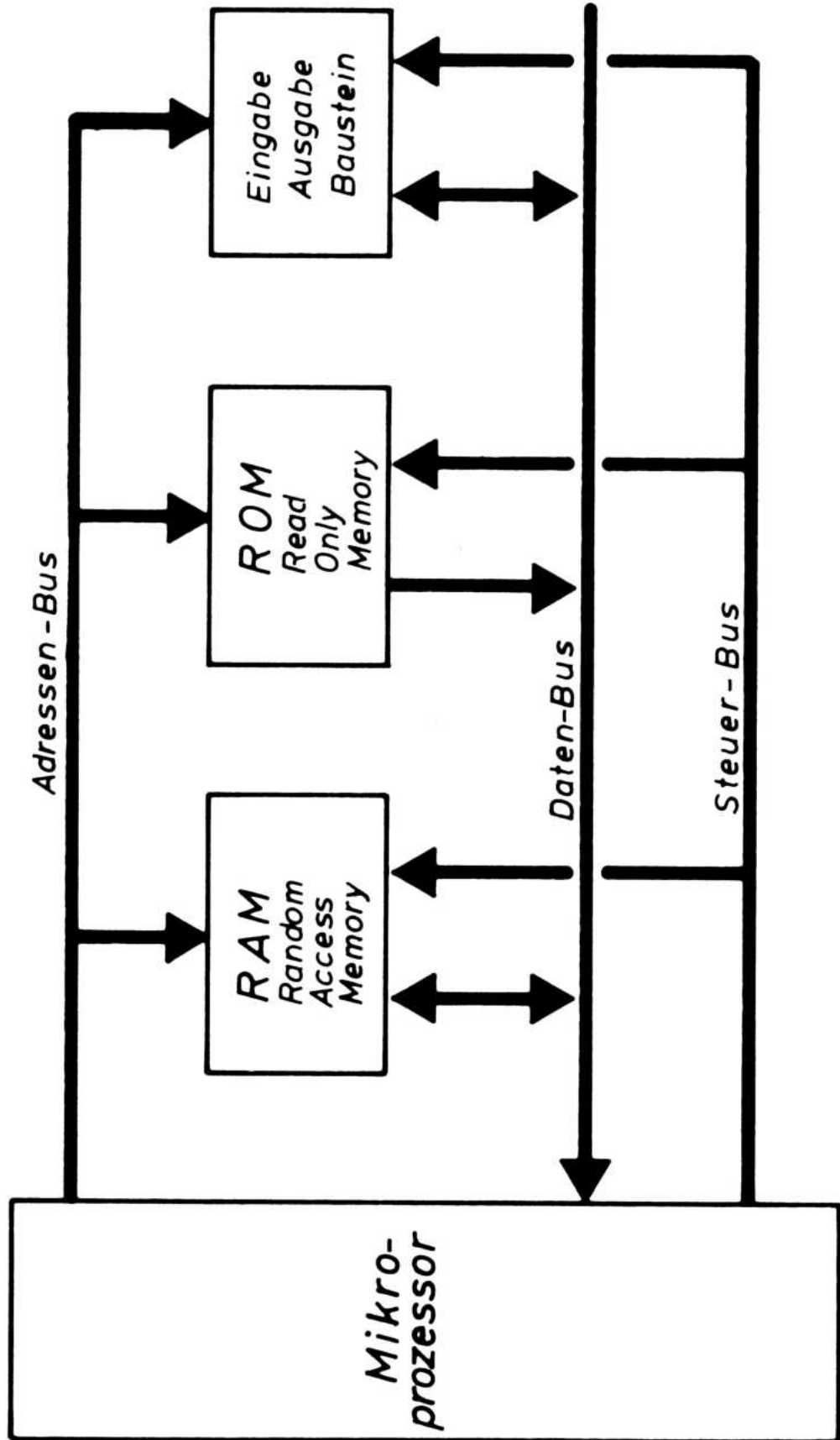
### Interface

Die eben erwähnten Schnittstellen-Bauelemente beinhalten standardisierte Interface-Schaltungen. Solche genormten Schnittstellen sind z.B. die serielle 20-mA-Stromschleife und das serielle RS 232 Interface (V24). Sehr bekannt bei den Kleincomputern ist auch das parallele Centronics-Interface. Wir werden in einer späteren Lektion näher auf die Funktionsweise dieser Schnittstellen eingehen. (Siehe auch die Erklärung für Interface auf Seite 39.)





Bild 5



Bus-Struktur eines Mikrocomputers



Das Bild 5 zeigt im Prinzip dasselbe System, nur etwas anders dargestellt. Wir sehen wieder den Mikroprozessor mit den erforderlichen Speichern und Ein-/Ausgabe-Bausteinen. Nur der Bus ist anders dargestellt. Er ist jetzt aufgeteilt in den

Daten-Bus  
Adressen-Bus  
Steuer-Bus

Die Funktion eines Busses haben wir bereits gelernt. Er verbindet alle Bausteine miteinander und führt Signale in eine oder zwei Richtungen. Da es sich bei dem zu besprechenden 8085-Mikroprozessor um einen 8-Bit-Typ handelt, besteht der Datenbus aus 8 parallelen Leitungen, die die Datenanschlüsse aller verwendeten Bausteine miteinander verbinden. Alle Datenleitungen sind bezeichnet und dürfen an den Anschlüssen nicht vertauscht werden.

Bild 6 zeigt die Darstellung des Datenbusses.

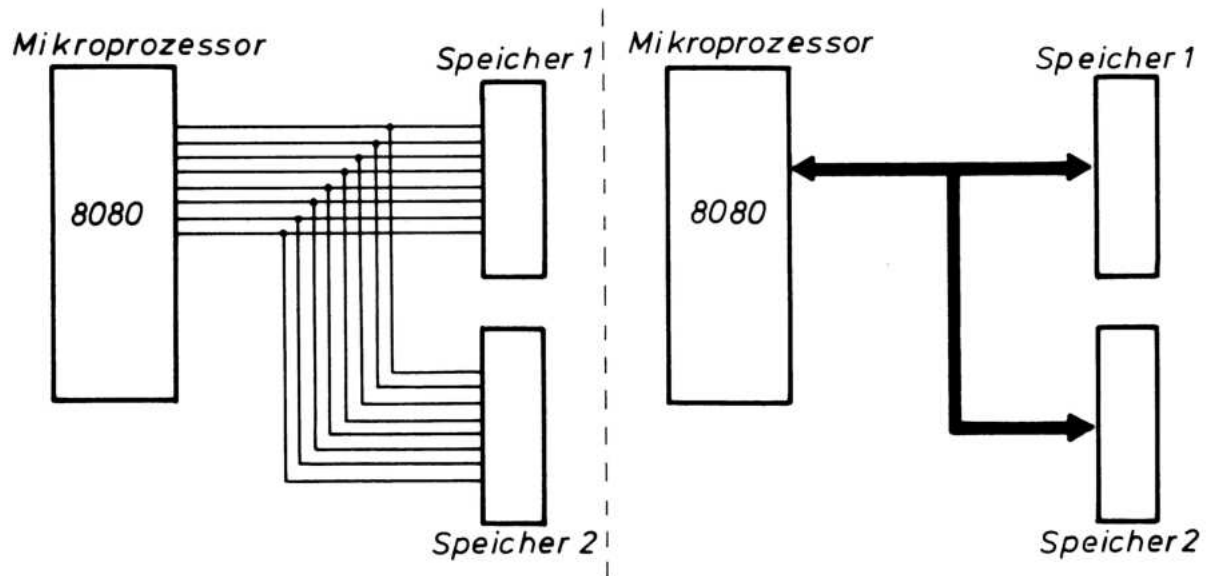


Bild 6

Vereinfachende Darstellung des Datenbusses zwischen Mikroprozessor u. Speicherbausteinen



An der Darstellung dieser wenigen Bausteine ist schon die Vielzahl der Leitungen zu erkennen. Deshalb stellt man die Busse vereinfacht dar. Schaltbilder wären sonst völlig unübersichtlich und nicht mehr lesbar. Das wird nun besonders deutlich, wenn man weiß, daß der Adressen-Bus aus 16 parallelen Leitungen besteht, die mit  $A_0$  bis  $A_{15}$  bezeichnet sind. Würden wir das obige Bild mit dem Adressen-Bus vervollständigen, müßten wir 16 zusätzliche Leitungen zeichnen, die die Bausteine verbinden.

Wenn 16 Adressenleitungen vorhanden sind, können wir auch die Frage klären, wieviel Speicherbytes damit angesprochen werden können. Eingangs haben wir berechnet, wieviel Kombinationsmöglichkeiten es für eine gegebene Zahl von Variablen gibt. Für 16 Adressenleitungen, von denen jede für sich den Zustand H(1) oder L(0) annehmen kann, gibt es 65 536 Zustände.

$$2^{16} = 65\,536$$

Zu dieser Zahl gelangt man, wenn man z.B. die folgende Tabelle entsprechend fortsetzt. Wenn wir alle Zwischenwerte auslassen und nur die Anzahl der Kombinationsmöglichkeiten für die Hochzahlen 1 bis 16 eintragen, ergibt sich die Tabelle

$2^1$	=	2
$2^2$	=	4
$2^3$	=	8
$2^4$	=	16
$2^5$	=	32
$2^6$	=	64
$2^7$	=	128
$2^8$	=	256
$2^9$	=	512
$2^{10}$	=	1 024
$2^{11}$	=	2 048
$2^{12}$	=	4 096
$2^{13}$	=	8 192
$2^{14}$	=	16 384
$2^{15}$	=	32 768
$2^{16}$	=	65 536

T a b e l l e 7

Wenn man die Speicherkapazität eines Systems oder eines Speicherbausteins angibt, nennt man nicht die genaue Anzahl der Bytes, z.B. 1 024 oder 32 768, sondern kürzt

$$1\,024 = 1\,K$$



ab, wobei in der Computertechnik "K", etwa 1000 entsprechend, steht. Dadurch ergibt sich eine vereinfachte Darstellung, man spricht von 1 K, 2 K, 4 K, .... 32 K, usw. Damit ist der mögliche Adressierbereich eines 8-Bit-Mikroprozessors 64 K. Bei kleineren Computer-Systemen werden bei einem Teilausbau des Speicherbereiches z.B. nur 32 K oder 48 K bestückt. Speicherbausteine selbst gibt es auch in verschiedenen Ausbaustufen, u.a. 1/4 K, 1/2 K, 1 K usw.

Nachdem wir nun den Aufbau der Daten- und Adressen-Busse kennen, wollen wir uns ein Bild anschauen, das wir in Zukunft häufig wieder treffen werden. Es zeigt den Speicherbereich mit Dateninhalt. Dabei werden Daten und Adressen im Hex-Format dargestellt.

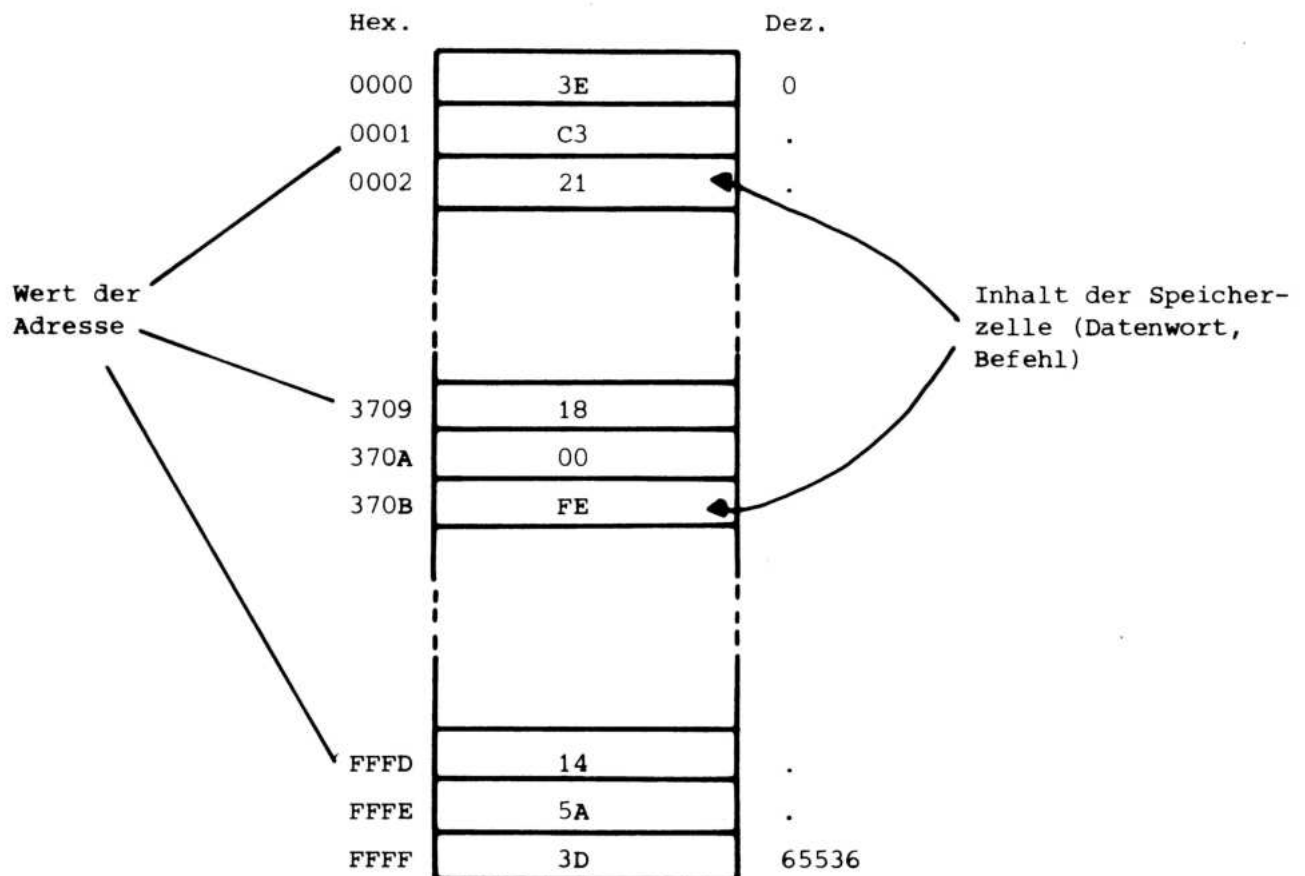


Bild 7: Darstellung des Speicherbereiches



Physikalisch verbirgt sich in dem Speicher natürlich ein 8-Bit-breites Datenwort, welches aus Nullen und Einsen besteht. In der Speicherzelle mit der Adresse 0000<sub>Hex</sub> steht der Inhalt 00111110, oder unter der Adresse 3709<sub>Hex</sub> der Inhalt 00011000 (wenn Ihnen diese Umwandlungen Schwierigkeiten bereiten, wiederholen Sie bitte noch einmal den ersten Abschnitt der Lektion).

## M

Wir unterscheiden zwischen dem Wert einer Adresse und dem Dateninhalt der unter dieser Adresse steht.

Der dritte Bus, den wir in dem Bild 4 finden, ist der Steuer-Bus. Auf diesen Leitungen werden Signale übertragen, mit deren Hilfe der Mikroprozessor den Datentransfer koordiniert, bzw. er selbst zu bestimmten Funktionen veranlaßt werden kann. Steuersignale für den Datentransfer sind zum Beispiel

Unterscheidungssignal, ob Daten gelesen oder geschrieben werden sollen

Unterscheidungssignal, ob die Peripherie-Ein-/Ausgabegeräte oder ein Speicherbereich angesprochen werden soll.

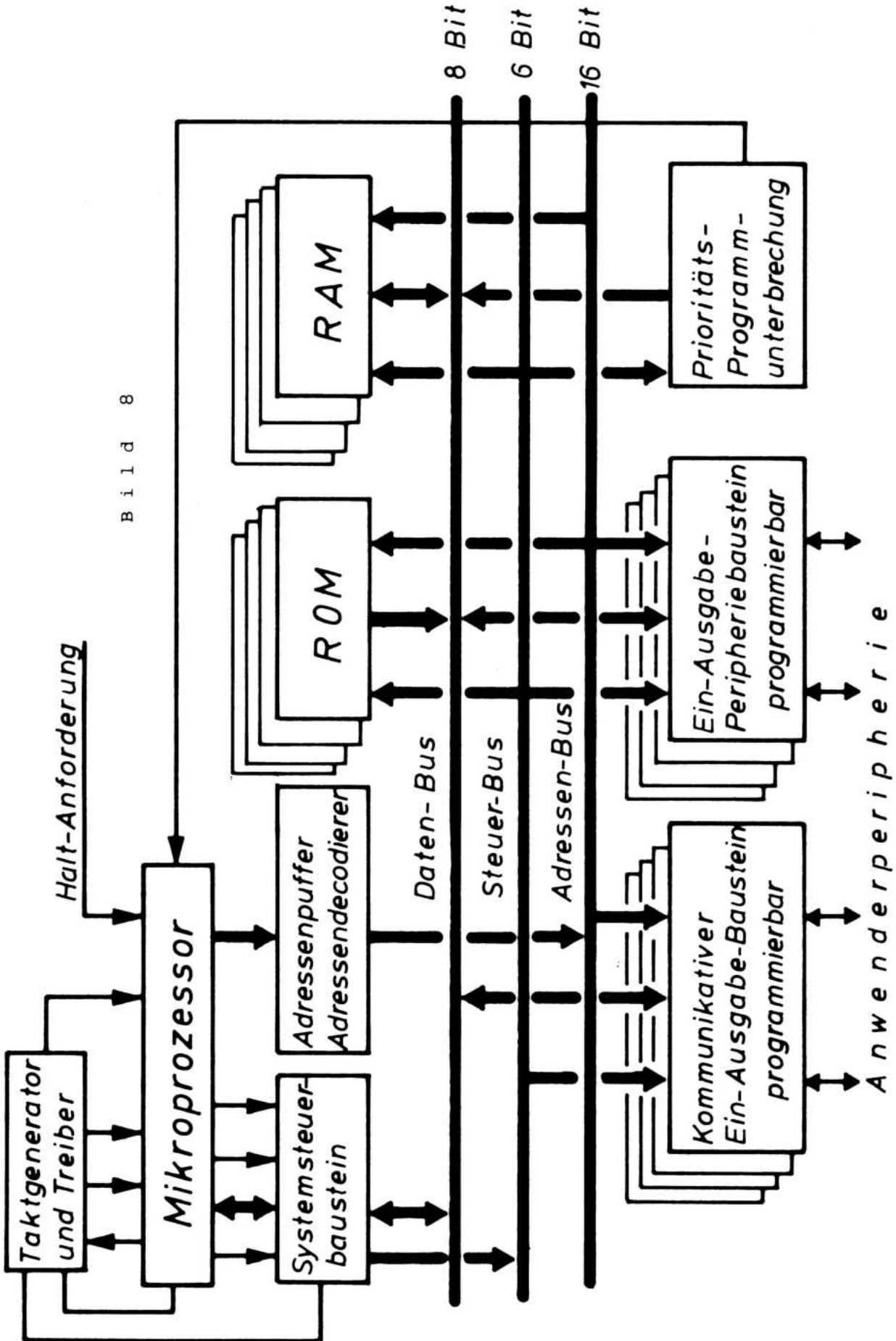
Steuersignale, die von außen den Prozessor beeinflussen und bestimmte Funktionen auslösen, sind:

das Interrupt-Signal (Unterbrechungs-Signal)

das Hold-Signal (Halt-Signal)

das Ready-Signal (Betriebsbereit-Signal)

Auf weiteren Steuersignalleitungen werden vom Mikroprozessor diese Signale quittiert. Im englischen wird diese Quittung als acknowledge bezeichnet. Dem Steuer-Bus wird meist auch noch der Takt, im englischen heißt er clock, hinzugerechnet. Dieser Takt wird aus einem Quarz erzeugt. Das nächste Bild 8 zeigt noch einmal in einer Blockdarstellung die Vielfalt eines ausgebauten Mikroprozessorsystems. Die unterschiedlichen Ausbaumöglichkeiten sind durch die Schachtelung der einzelnen Funktionseinheiten dargestellt.



## Mikroprozessorsystem



Wir wenden uns nun dem eigentlichen Mikroprozessor zu.

Vorher erinnern wir uns jedoch noch einmal an drei wesentliche Funktionen, die der Mikroprozessor ausführen kann:

- Transport von Informationen
- arithmetische Operationen
- logische Operationen

Das heißt, wenn wir in der nächsten Lektion die Befehle des Mikroprozessors besprechen, werden das Befehle sein, die unter anderem die eben aufgeführten Funktionen betreffen. Welche Befehle nacheinander ausgeführt werden sollen, steht im Programm. Was dabei intern im Prozessor abläuft, wird durch den von-Neumann-Zyklus kurz und treffend beschrieben:

## M

Definition eines Computers

- Logische Schaltung, die dem von-Neumann-Zyklus gehorcht.
  1. Befehl aus dem Programmspeicher holen
  2. Befehl erkennen (dekodieren)
  3. Operanden holen und bereitstellen
  4. Ausführung des Befehls (Befehlsverarbeitung)
  5. Feststellen der nächsten Befehlsadresse

Diese Schritte 1 bis 5 des Zyklusses laufen nacheinander solange ab, bis ein Programm-Ende-Zeichen erkannt oder der Prozessor von außen unterbrochen wird. Wenn wir den Zyklus genau lesen, erkennen wir daraus, welche Funktionsbausteine im Prozessor benötigt werden:

## M

- Schaltung, welche die Befehle erkennt und danach die zeitliche und logische Steuerung des Prozessors übernimmt.
- Speicherzellen im Prozessor, in denen die Operanden bereitgestellt werden. Das sind im wesentlichen der Akkumulator und die Zwischenregister.
- Recheneinheit, in welcher die arithmetischen und logischen Operationen ausgeführt werden. Sie heißt arithmetisch-logische Einheit oder auch Rechenwerk.



Als englische Abkürzung für die arithmetisch-logische Einheit wird häufig ALU, arithmetic logic unit, verwendet. Wenn wir Bild 9 betrachten, finden wir diese eben genannten funktionalen Einheiten. An der ALU werden die Operanden im Akkumulator und im Zwischenregister bereitgestellt. Rechenergebnisse werden immer im Akkumulator (meist mit Akku abgekürzt) abgelegt. Das heißt, der vorherige Inhalt wird überschrieben.

## M

Das Operationsergebnis steht immer im Akku.

Ein Register ist eine Speicherzelle in einer CPU, in der Daten (Datenregister), Befehle (Befehlsregister) oder Adressen (Indexregister, Stapelzeiger, Befehlszähler) zwischengespeichert werden. Ein spezielles Register ist der Akkumulator, da er erstens das Ergebnisregister ist und zweitens durch besondere Befehle verändert werden kann. Der Inhalt des Akkus kann z.B. gelöscht, geprüft, komplementiert und verschoben werden. In dem folgenden Bild finden Sie noch das bisher nicht verwendete Wort Multiplexer. Eine einfache Erklärung an dieser Stelle ist die, dass der einmal vorhandene Datenbus auf eines der mehrfach vorhandenen Zwischenregister (BC, DE, HL) umgeschaltet wird. ( → Vervielfachung der Zugriffsmöglichkeit ).



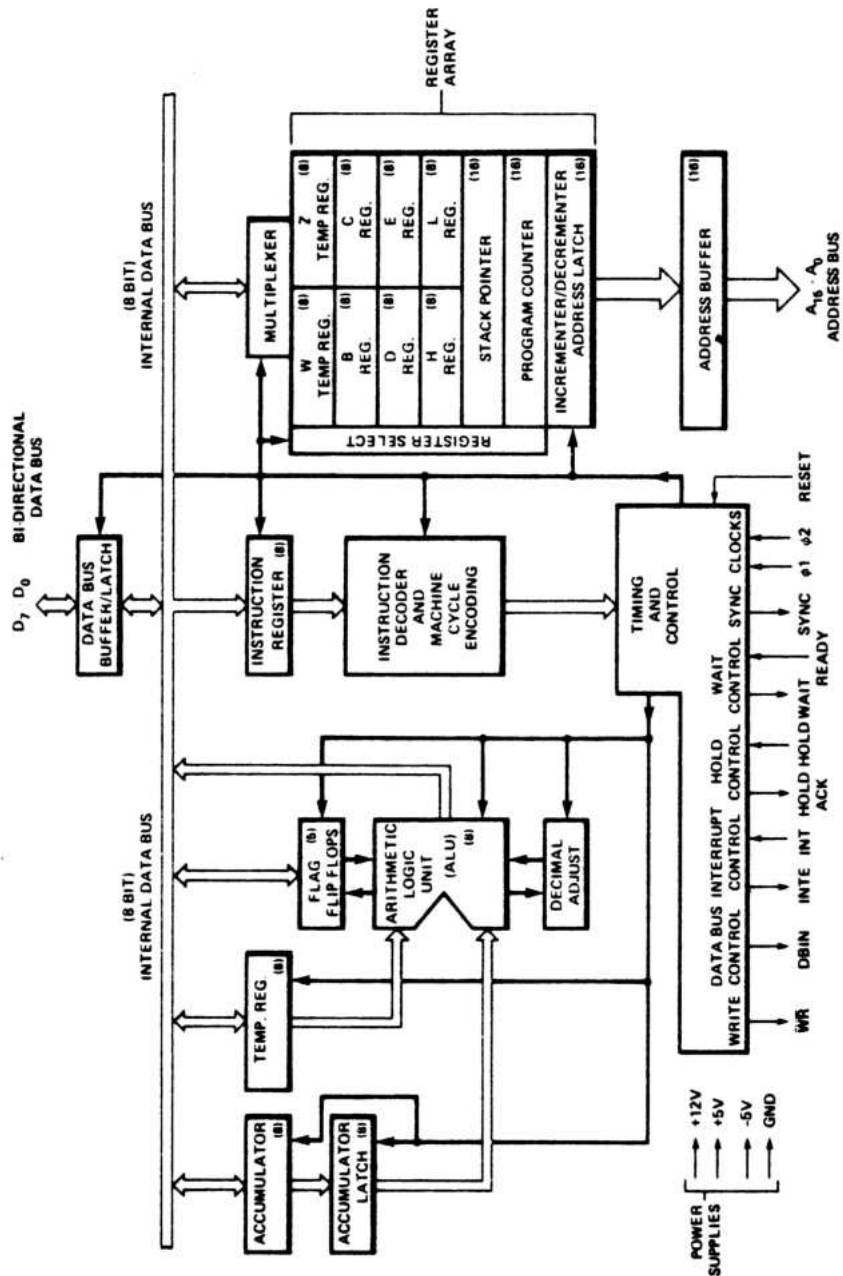


Bild 9: Blockschaltbild 8080

Die in dem Bild 9 mit englischen Bezeichnungen dargestellten funktionellen Einheiten des Mikroprozessors 8080 finden Sie im wesentlichen im nächsten Bild 10 (8085) mit deutschen Begriffen wieder.



Die in den Bildern dargestellten Informationswege sind mit Pfeilen versehen, die die Flußrichtung angeben sollen. Ist z.B. ein Datenweg am Anfang und Ende mit einem Pfeil gekennzeichnet, so heißt das, daß die Daten auf diesem Weg in beiden Richtungen transportiert werden. Wir haben das ja bereits bei der Darstellung der Blockschaltbilder eines Computersystems gesehen.

Nachfolgend ist auch noch das Blockschaltbild des Mikroprozessors 8085 dargestellt, der sich vom 8080 nur unwesentlich unterscheidet. In jedem Fall enthält er die eben beschriebenen Funktionen. Wenn Sie nun in den beiden Bildern einige Bezeichnungen finden, die jetzt nicht erklärt sind, so liegt es daran, daß sich dieses für Sie einfacher und verständlicher durchführen läßt, wenn wir uns in den nächsten Lektionen mit diesen Funktionen beschäftigen.

Wir haben uns jetzt von dem für Sie verständlichen und anschaulichen Äußeren eines Computers bis zur Zentraleinheit, der CPU, vorgearbeitet. Es wurde versucht, wesentliche Funktionen ohne viel Ballast darzustellen. Im nächsten Abschnitt werden wir uns dem praktischen Umgang mit einem Mikrocomputersystem zuwenden.

An dieser Stelle seien Sie ausdrücklich auf das umfangreiche Fachwortverzeichnis hingewiesen, mit dessen Hilfe Sie alle wichtigen Worte übersetzen und die Kurzerklärung nachlesen können.

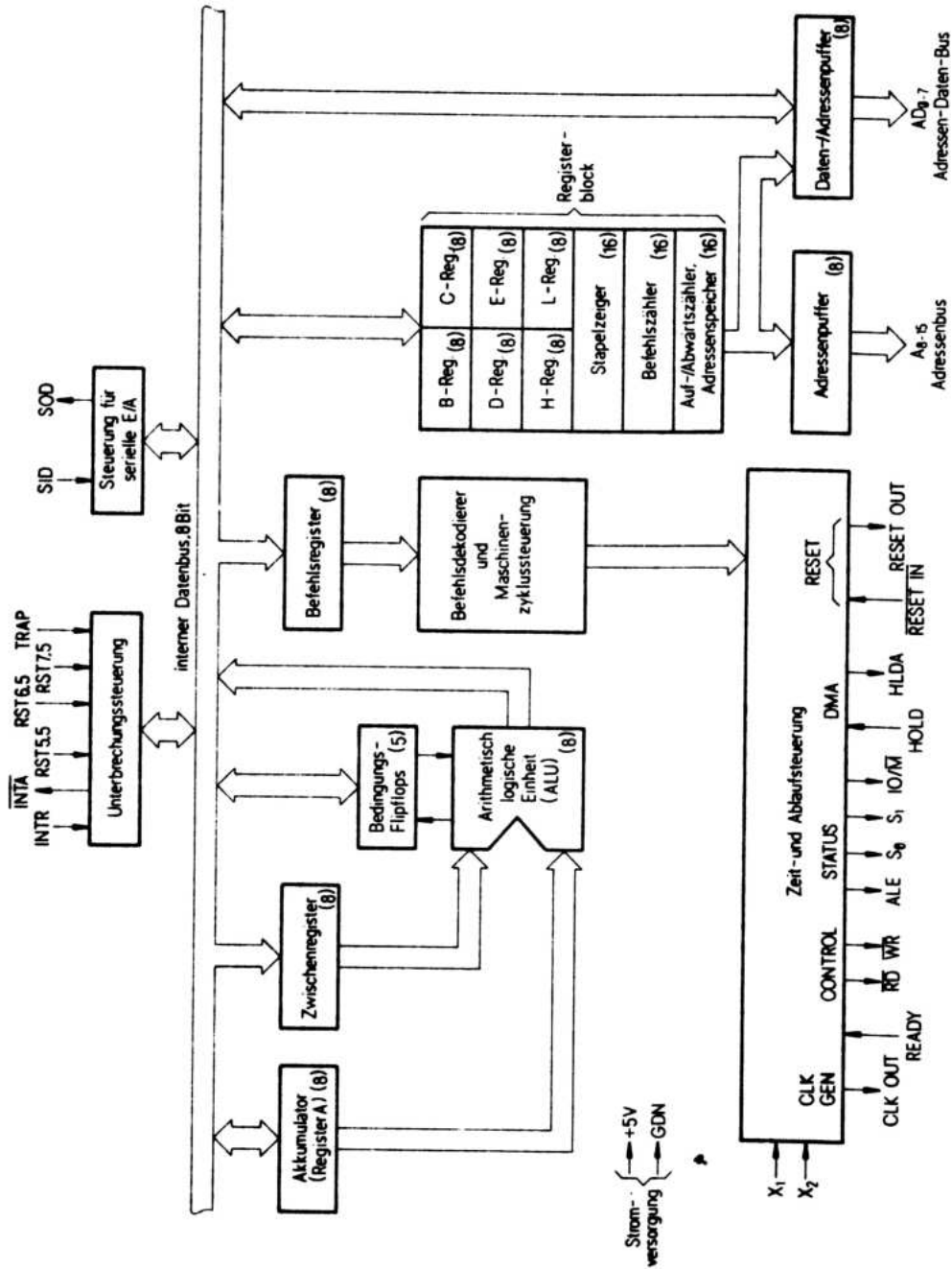
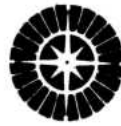


Bild 10: Blockschaltbild 8085



## 5. Die Inbetriebnahme des Mikrocomputers "micromaster"

Nachdem wir uns mit dem Thema theoretisch beschäftigt und die Grundlagen gelernt haben, wollen wir im letzten Abschnitt dieser Lektion auch noch in die Praxis einsteigen. Wir werden lernen, wie der Mikrocomputer aufgebaut ist und welche Bedienungsmöglichkeiten bestehen. Dann werden wir das Gerät erstmals in Betrieb nehmen und ein paar einfache Übungen vornehmen.

### 5.1. Aufbau des Lern- und Übungscomputers "micromaster" und die Betriebssoftware

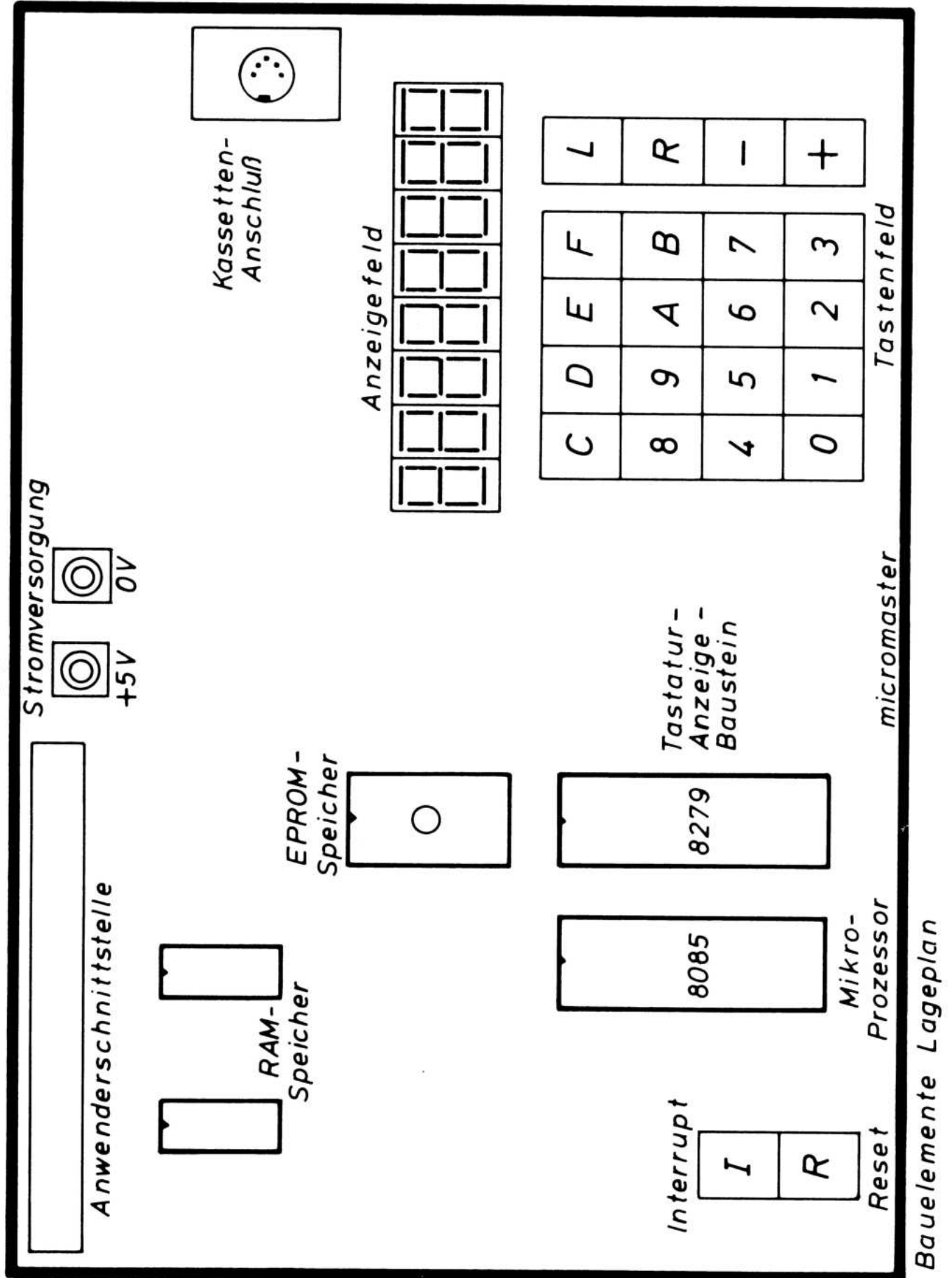
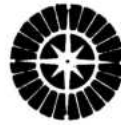
Damit Sie sich in der folgenden Hardware-Übersicht des "micromaster" zu-rechtfinden, betrachten Sie bitte parallel zum Text auch die beiden folgenden Bilder, die das Blockschaltbild und einen Lageplan der Bauteile beinhalten.

Auf einer Leiterplatte im Doppel-Europaformat befindet sich ein vollständiger Mikrocomputer mit allen wesentlichen Funktionen wie Zentraleinheit, Speicher und verschiedene Ein-/Ausgabe-Möglichkeiten. Für eine spätere weitere Verwendung der Karte sind alle Bus- und Steuersignale auf eine Federleiste für den Anwender herausgeführt. Der Mikrocomputer enthält als Zentraleinheit den Mikroprozessor 8085. Dieser wird zusammen mit der übrigen Hardware selbsttätig beim Einschalten der Versorgungsspannung oder durch Drücken der Reset-Taste (linker Kartenrand, rote Taste mit Symbol R) zurückgesetzt. Dabei wird der Programmzähler auf die Adresse 0000H gesetzt und das Monitor-Programm ab hier gestartet.

Ein laufendes Programm kann durch die über der Reset-Taste liegende Interrupt-Taste (blaue Taste mit dem Symbol I) unterbrochen werden. Die anderen drei der vier direkten Unterbrechungseingänge des 8085 stehen an der Anwender-Schnittstelle zur Verfügung. Auch der serielle Dateneingang SID und der serielle Datenausgang SOD sind herausgeführt, werden auf der Karte aber noch für die Steuerung des Kassettenanschlusses herangezogen.

Das Minibetriebssystem des "micromaster" ist in einem Festwertspeicher (EPROM mit 2 KByte abgelegt. Als RAM-Bereich (Schreib-/Lese-Speicher steht 1 KByte zur Verfügung, wobei die letzten Bytes vom Monitor verwaltet werden und vom Anwender nicht geändert werden dürfen. Der RAM-Speicher dient dem Anwender zum Ablegen (Speichern) seiner Übungs- und Experimentierprogramme oder zum Zwischenspeichern von Ergebnissen.

Bild 11: Lageplan der Bauteile





Wesentliches Augenmerk bei der Entwicklung des "micromaster" wurde auf die Bedienungsfreundlichkeit des Gerätes gelegt. Da naturgemäß die Kommunikationsmöglichkeiten bei einem solchen Minimalkonzept für Lehr- und Übungszwecke beschränkt sind, wurde die Anzeige auf acht Stellen erhöht (häufig findet man bei solchen Geräten nur sechs Anzeigestellen (vier Adress- und zwei Datenstellen). Durch die Verwendung von acht Anzeigestellen bietet sich die Möglichkeit, über erweiterte Ausgaben vom Benutzer bestimmte Daten abzufragen. So heißt z.B. die Abkürzung SA = Startadresse und EA = Endadresse.

Das softwaregesteuerte Bediener-Tastenfeld enthält 20 weitere Tasten, von denen 16 sowohl für die Dateneingabe als auch für kommandogesteuerte Funktionen des "micromaster" verwendet werden. Zwei weitere Tasten dienen als Abschlußtasten nach einer Kommandoeingabe oder als Steuertasten für das Vorwärts- und Rückwärtszählen des Adresszählers, wenn man z.B. Dateninhalte von aufeinanderfolgenden Speicherzellen anschauen möchte.

Hervorzuheben sind die beiden Tasten für die Schreibmarkensteuerung, die eine besonders komfortable Möglichkeit zur Daten- und Adresseingabe und -Änderung bieten. Eine Eingabe erfolgt immer an der Position der Schreibmarke, die durch andauerndes Blinken gekennzeichnet ist. Diese beiden Tasten üben quasi eine Cursor-Funktion aus (als Cursor bezeichnet man üblicherweise die Schreibmarke auf dem Schirm eines Datensichtgerätes, die durch Steuertasten frei über der Bildschirmfläche positioniert werden kann. Häufige Darstellungsformen sind z.B. ein blinkender Strich, ein blinkendes Feld oder auch ein hell ausgefülltes Feld).

Die dauerhafte Abspeicherung von Programmen oder Daten ist über die Norm-Tonbandbuchse auf Kassettenrekorder oder Tonbandgeräte möglich. Umgekehrt können diese Informationen auch wieder in den "micromaster" eingespielt und wieder benutzt werden.

Diese Bedienungsfreundlichkeit und Leistungsfähigkeit des "micromaster" wird durch die Betriebssoftware erreicht, die in dem 2-KByte-EPROM enthalten ist.  
Die Software

- \* steuert den Informationsaustausch zwischen dem Anwender und dem "micromaster" über das Tastenfeld und die Anzeige
- \* ermöglicht einen geordneten Programmablauf nach einem Reset bzw. Interrupt und übernimmt die Steuerung der Peripherie
- \* organisiert den internen Datenfluß auf der Leiterplatte.



Die folgende Tabelle zeigt eine Zusammenstellung der softwaregesteuerten Kommandos, die über die Tastatur eingegeben werden können. Es ist wichtig, dabei zu beachten, daß die Kommandoeingabestelle in der Anzeige immer in der ersten Anzeigestelle (von links) erfolgt.

**M**

Kommandoeingabe in der ersten Anzeigestelle (von links)!

T a b e l l e 8

Kommando- Nummer	Kommando- Funktion	Funktionsart
0	RAM-Speicher lesen und verändern	Kommandos, die den Speicher ansprechen
1	Konstante in Speicherbereich schreiben	
2	Speicherbereich verschieben	
3	Umrechnung von Adressen	
(4)	Ausgabe über Port	Option, nur in Verbindung mit einer Erweiterungskarte möglich
(5)	Eingabe über Port	
6	Register lesen und verändern	Kommandos für den Software-Test
7	Start des Anwenderprogramms ohne Haltepunkte	
8	dto., jedoch mit max. 2 Haltepunkte	
9	Start und Abarbeitung des Anwenderprogramms im Einzelschritt	
A	Anwenderprogramm auf Kassette schreiben	Kommandos für externes Kassetten-Gerät
b	Anwenderprogramm von Kassette lesen	

Der "micromaster" wurde jedoch nicht nur als Lern- und Übungscomputer entwickelt; er ist auch als Prozessor für kleine Steuerungs- und Regelungsaufgaben einzusetzen. Zu diesem Zweck sind alle Steuersignale, der Adress- und Datenbus auf eine 64polige Federleiste herausgeführt. Das Monitor-EPROM kann leicht durch ein EPROM mit einem Anwenderprogramm ausgetauscht werden, da dieser Baustein auf einem Sockel steckt. Bei Bedarf kann auch der gesamte Speicher (RAM und EPROM) auf der "micromaster"-Karte abgeschaltet werden, so daß



es möglich ist, den gesamten Adressbereich von 64 K außerhalb dieser Karte zu adressieren. Auf die vielfachen Möglichkeiten mit der Anwenderschnittstelle werden wir später noch genauer eingehen.

## 5.2. Die erste Inbetriebnahme des "micromaster" und einige leichte Übungen

Obwohl wir das eigentliche Programmieren noch nicht beherrschen und uns damit auch erst in der nächsten Lektion beschäftigen werden, wollen wir doch ein paar erste Übungen durchführen, die Ihnen helfen, sich mit dem Gerät vertraut zu machen. Sie werden dabei auch eine Testroutine starten, die wir für Sie mit hineinprogrammiert haben und an deren Ergebnis Sie dann erkennen können, ob Sie das Gerät in einwandfreiem Zustand erhalten haben.

Nun als erstes einige grundsätzliche Hinweise zur Bedienung des "micromaster":

**M**

Achten Sie auf die richtige Stromversorgung von 5 Volt Gleichspannung (stabilisiert)! Die Versorgung muß mindestens 700 mA liefern.

Stecken Sie den Plus-Pol in die rote, den Minus-Pol in die schwarze (bzw. blaue) Buchse der Stromversorgungszuführung am oberen Kartenrand.

+ 5 V —————→ rote Buchse  
0 V (  $\perp$  ) —————→ schwarze (blaue) Buchse

Nach dem Anlegen der Spannung blinkt in der linken Anzeigestelle das untere waagerechte Segment der 7-Segment-Anzeige. In derselben Anzeigestelle muß außerdem der Dezimalpunkt leuchten.

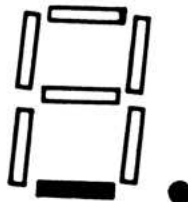


Bild 12

Anzeige nach dem Einschalten  
des Gerätes

Das Blinken in der ersten Anzeigestelle ist die Aufforderung an den Anwender, ein Kommando einzugeben. Die möglichen Kommandos hatten wir bereits in der Tabelle 8 zusammengestellt. Ohne den komplexen Hintergrund an dieser Stelle





näher zu erläutern, wollen wir zwei dieser Kommandos anwenden:

Kommando 0 (Speicher lesen und evtl. ändern)

Kommando 7 (Programm starten)

Zuvor jedoch noch einen Hinweis zur Reset-Taste:

**M** Sollte der "micromaster" für Sie einmal außer Kontrolle geraten sein, d.h., daß Sie keine Eingaben über die Tasten mehr vornehmen können, dann drücken Sie bitte die Reset-Taste (links unten). Dieser "Absturz" des Programms bzw. des Prozessors kann z.B. erfolgen, wenn Sie eine Endlosschleife programmiert haben oder der Prozessor auf einen programmierten Halt-Befehl gelaufen ist. Es kann auch vorkommen, daß der Prozessor "in die Wüste läuft", wenn ein Programm nicht geordnet beendet wird.

Das Drücken der Reset-Taste hat dieselbe Wirkung wie die Zuführung der Stromversorgung. In beiden Fällen wird der Programmzähler des Prozessors auf Null gesetzt. Ab Adresse Null beginnt das Monitor-Programm. Der "micromaster" mit seinen Bausteinen wird initialisiert, man kann auch sagen aktiviert (bezogen auf die Software), und das Programm läuft bis zur Ausgabe des Blinkzeichens in der ersten Stelle (Erwartung einer Kommandoeingabe).

**M** Nach der Eingabe des gewünschten Kommandos in die linke Anzeigestelle muß immer die Kommando-Abschlußtaste (+) gedrückt werden.

Beginnen wir jetzt einfach mal mit der ersten Übung. Dabei werden wir dann weitere Tastenfunktionen kennenlernen. Die Möglichkeiten der Bedienung werden sich schneller einprägen, wenn Sie parallel zu dem gelesenen Text den Bedienschritt auf dem "micromaster" nachvollziehen.

Übung mit dem Kommando "0":

a) Inhalte von Speicherzellen lesen

Ohne, daß Sie bereits ein Programm geschrieben haben, können wir Speicherinhalte lesen und auf die Anzeige ausgeben. Im EPROM liegt ja das Betriebsprogramm, der Monitor. Das, was Sie an den angegebenen Adressen auslesen, notieren Sie bitte und vergleichen es mit den Inhalten, die bei den entsprechenden Adressen im Monitor abgelegt sind. Dieser Speicherbereich ist am Ende nach den Aufgabenlösungen aufgelistet.



Unsere Ausgangsposition ist also das blinkende Segment in der linken Kommando-  
stelle

"micromaster"

Anwender

"micromaster" erwartet

Eingabe

Taste 0 drücken

Blinkende 0 erscheint  
in der Kommandostelle

Abschlußtaste (+)  
drücken

In der Anzeige erscheint:

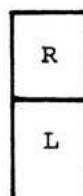
0 . X X X X = X X  
└───┘ └───┘  
Adreßfeld Datenfeld

Die erste Stelle des Adreß-  
feldes blinkt, d.h., es wird  
eine Adreßeingabe erwartet.  
Nach jeder Eingabe springt  
die Schreibmarke automatisch  
um eine Stelle weiter nach  
rechts (X = beliebiges Zeichen)

Wir geben im Adreßfeld  
nacheinander 0000 ein

Achtung: Hat man sich bei der Eingabe vertippt und will eine Eingabe  
wiederholen oder man will die Schreibmarke an eine andere  
Position bringen, so benutzt man die Tasten R und L für die  
Schreibmarkensteuerung.

links verschieben



rechts verschieben

Nach Eingabe der Adresse 0000  
erscheint im Datenfeld die An-  
zeige:

0.0000=3E

Im Speicher steht unter der Adresse  
0000 der Wert: 3E



"micromaster"

Anwender

Wieder Abschlußtaste (+)  
drücken

Nach Drücken der (+)-Taste  
erscheint in der Anzeige

0001=C0

Die Adresse wurde automatisch  
um 1 erhöht und der zugehörige  
Speicherinhalt ausgegeben

Drücken Sie die (+)-Taste so oft,  
bis in der Adresse 000F steht.  
Nach jedem Schritt notieren Sie  
die Adresse und den zugehörigen  
Dateninhalt.

Fertig? OK, jetzt drücken Sie  
die darüberliegende (-)-Taste

Nachdem die letzte Anzeige  
0.000F=FF war, hat sich jetzt  
die Adresse um 1 erniedrigt  
und der entsprechende Datenin-  
halt wird dazu ausgegeben

Drücken Sie die (-)-Taste bis im  
Adreßfeld der Anzeige wieder 0000  
erscheint. Vergleichen Sie die An-  
zeige bei jedem Schritt mit dem,  
was Sie vorher notiert haben

**M** Achtung: Die (+)-Taste hat also nicht nur die Funktion der Abschlußtaste,  
sondern sie zählt auch, wie wir sehen, den Adreßzähler vorwärts  
(von einer vorgegebenen Adresse in Richtung FFFFH).

Die (-)-Taste bewegt den Adressenzähler rückwärts.

Wie wir bereits wissen, muß das Monitor-Programm in einem Festwertspeicher  
(EPROM) stehen. Und wir wissen auch, daß man aus diesem Speicher nur Infor-  
mationen, die früher einmal gespeichert wurden, auslesen kann. Als Anwender-  
programmspeicher steht uns der RAM-Bereich ab Adresse 1800H zur Verfügung.

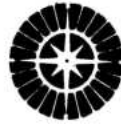


Hier kann man auch Programme oder Daten selbst hineinschreiben. Wir benutzen dazu ebenfalls das Kommando 0.

b) Inhalte von Speicherzellen lesen und ändern

Beim Einschalten des "micromaster" stellt sich in den RAM-Speicherzellen eine beliebige zufällige Information ein, die keinen sinnvollen Zusammenhang darstellt. Wir wollen jetzt diese Zellen lesen und ihren Inhalt ändern. Auf diese Weise werden auch später unsere Programme in den "micromaster" gebracht.

"micromaster"	Anwender
"micromaster" einschalten oder, falls in Betrieb, die Reset-Taste drücken - Gerät wartet auf Eingabe (-. blinkt)	Taste 0 und danach (+)-Taste drücken
Es erscheint das Adressen- und Datenfeld mit zufälligen Werten in der Anzeige	Wir geben im Adressenfeld nacheinander 1800 (Anfangsadresse des RAM-Bereiches) ein
Nach Eingabe der letzten 0 erscheint im Datenfeld der Inhalt (das Datenwort), welcher unter der Adresse 1800 abgespeichert ist. Die Schreibmarke ist in die linke Stelle des Datenfeldes gesprungen	Wir gehen nun nicht gleich mit der (+)-Taste weiter, sondern haben jetzt die Möglichkeit, ein gewünschtes Datenwort unter dieser Adresse einzuspeichern. Zuerst schreiben wir jedoch den angezeigten Wert auf. Tippen wir also z.B. 00 ein und



"micromaster"

Anwender

drücken dann erst die (+)-Taste

In der Anzeige erscheint jetzt

0.1801=xx

(XX = zufälliger Wert)

Der Adressenzähler ist um 1 erhöht und wir notieren uns den Dateninhalt. Danach positionieren wir die Schreibmarke auf das linke Datenfeld und können einen neuen Wert eingeben, z.B. 11

Die Anzeige zeigt jetzt

0.1802=XX

Geben Sie nun, nachdem Sie jeweils den alten Dateninhalt notiert haben, fortlaufend die Werte 22, 33, 44 usw. bis FF ein

Die Anzeige muß jetzt

0.1810=XX

zeigen

Wenn Sie nun fortlaufend die (-)-Taste drücken und unter den angezeigten Adressen das Datenwort mit den notierten Werten vergleichen, so sehen Sie, daß nicht die ursprünglichen Werte, sondern die von Ihnen eingegebenen enthalten sind

Das Kommando 0 ermöglicht es uns also, Speicherzellen sowohl zu lesen als auch zu ändern, je nachdem, welcher Speichertyp angesprochen wird. Das Kommando 0 werden wir benötigen, um Programme und Daten in den "micromaster" einzugeben.



Übung mit dem Kommando "7":

Das Kommando 7 ermöglicht das Starten von Programmen. Da wir noch kein Programm geschrieben haben, werden wir uns auf das Monitor-Programm beschränken.

a) Start des Monitors

Wir hatten erläutert, daß beim Einschalten des "micromaster" oder nach Drücken der Reset-Taste der Programmzähler, definiert mit der Adresse 0000, geladen und ab da gestartet wird. Das Monitor-Programm läuft dann bis zu dem Punkt, wo eine Kommando-Eingabe erwartet wird.

Eine dritte Möglichkeit, diesen Punkt zu erreichen, ist dadurch gegeben, daß wir als Anwender den Monitor mit dem Kommando 7 starten.

Der Ablauf ist folgendermaßen:

"micromaster"	Anwender
"micromaster" einschalten oder, falls Gerät in Betrieb, die Reset-Taste drücken. Das Gerät wartet auf Kommandoeingabe (-. blinkt)	Taste 7 und danach (+)-Taste drücken
Im Anzeigenfeld erscheint  7.SA=XXXX  (SA steht für Startadresse)	Wir geben im Adressenfeld nach dem (=)-Zeichen die Adresse 0000 als Anfangsadresse des Monitors ein. Dann drücken wir die Abschluß-taste (+).
In der Anzeige erscheint wieder das blinkende untere Segment der Kommandostelle. Es wird wieder eine Kommandoeingabe erwartet, was ja unser Ziel war.	
Abschließend zu diesen ersten einfachen Übungen wollen wir noch ein Testprogramm starten, welches nach einwandfreiem Lauf eine Kennung ausgibt, an der Sie die Betriebsbereitschaft des Gerätes ablesen können.	



b) Start des Testprogrammes

"micromaster"

Anwender

"micromaster" einschalten bzw.,  
falls Gerät in Betrieb, die Reset-  
Taste betätigen oder Schreibmarke  
in das Kommandofeld bringen

Kommando 7 eingeben und abschlie-  
ßen

Im Anzeigenfeld erscheint

7.SA=XXXX

Wir geben jetzt im Adressenfeld  
nach dem (=)-Zeichen die Start-  
adresse 07E3 für unser Testpro-  
gramm ein und schließen die Ein-  
gabe ab

In der Anzeige erscheint jetzt  
das Testergebnis.

Es muß die Kennung

H A L L O

ausgegeben werden. Stimmt die  
Anzeige mit diesem Wert überein,  
ist der "micromaster" voll funk-  
tionsfähig.

Sollte bei dem letzten Versuch die Kennung nicht richtig ausgegeben worden  
sein, wiederholen Sie den Versuch noch einmal. Vielleicht haben Sie sich bei  
der Eingabe der Adresse vertippt. Sollten sich einmal, obwohl jeder "micro-  
master" einzeln für sich geprüft wurde, Probleme ergeben, so wenden Sie sich  
bitte an die Fernschule in Bremen.



## 6.1. Hex/Dezimal-Umwandlung ganzer Zahlen

Hexadecimal	Decimal	Hexadecimal	Decimal
01 000	4 096	20 000	131 072
02 000	8 192	30 000	196 608
03 000	12 288	40 000	262 144
04 000	16 384	50 000	327 680
05 000	20 480	60 000	393 216
06 000	24 576	70 000	458 752
07 000	28 672	80 000	524 288
08 000	32 768	90 000	589 824
09 000	36 864	A0 000	655 360
0A 000	40 960	B0 000	720 896
0B 000	45 056	C0 000	786 432
0C 000	49 152	D0 000	851 968
0D 000	53 248	E0 000	917 504
0E 000	57 344	F0 000	983 040
0F 000	61 440	100 000	1 048 576
10 000	65 536	200 000	2 097 152
11 000	69 632	300 000	3 145 728
12 000	73 728	400 000	4 194 304
13 000	77 824	500 000	5 242 880
14 000	81 920	600 000	6 291 456
15 000	86 016	700 000	7 340 032
16 000	90 112	800 000	8 388 608
17 000	94 208	900 000	9 437 184
18 000	98 304	A00 000	10 485 760
19 000	102 400	B00 000	11 534 336
1A 000	106 496	C00 000	12 582 912
1B 000	110 592	D00 000	13 631 488
1C 000	114 688	E00 000	14 680 064
1D 000	118 784	F00 000	15 728 640
1E 000	122 880	1 000 000	16 777 216
1F 000	126 976	2 000 000	33 554 432

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
000	0000	0001	0002	0003	0004	0005	0006	0007	0008	0009	0010	0011	0012	0013	0014	0015
010	0016	0017	0018	0019	0020	0021	0022	0023	0024	0025	0026	0027	0028	0029	0030	0031
020	0032	0033	0034	0035	0036	0037	0038	0039	0040	0041	0042	0043	0044	0045	0046	0047
030	0048	0049	0050	0051	0052	0053	0054	0055	0056	0057	0058	0059	0060	0061	0062	0063
040	0064	0065	0066	0067	0068	0069	0070	0071	0072	0073	0074	0075	0076	0077	0078	0079
050	0080	0081	0082	0083	0084	0085	0086	0087	0088	0089	0090	0091	0092	0093	0094	0095
060	0096	0097	0098	0099	0100	0101	0102	0103	0104	0105	0106	0107	0108	0109	0110	0111
070	0112	0113	0114	0115	0116	0117	0118	0119	0120	0121	0122	0123	0124	0125	0126	0127
080	0128	0129	0130	0131	0132	0133	0134	0135	0136	0137	0138	0139	0140	0141	0142	0143
090	0144	0145	0146	0147	0148	0149	0150	0151	0152	0153	0154	0155	0156	0157	0158	0159
0A0	0160	0161	0162	0163	0164	0165	0166	0167	0168	0169	0170	0171	0172	0173	0174	0175
0B0	0176	0177	0178	0179	0180	0181	0182	0183	0184	0185	0186	0187	0188	0189	0190	0191
0C0	0192	0193	0194	0195	0196	0197	0198	0199	0200	0201	0202	0203	0204	0205	0206	0207
0D0	0208	0209	0210	0211	0212	0213	0214	0215	0216	0217	0218	0219	0220	0221	0222	0223
0E0	0224	0225	0226	0227	0228	0229	0230	0231	0232	0233	0234	0235	0236	0237	0238	0239
0F0	0240	0241	0242	0243	0244	0245	0246	0247	0248	0249	0250	0251	0252	0253	0254	0255





	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
100	0256	0257	0258	0259	0260	0261	0262	0263	0264	0265	0266	0267	0268	0269	0270	0271
110	0272	0273	0274	0275	0276	0277	0278	0279	0280	0281	0282	0283	0284	0285	0286	0287
120	0288	0289	0290	0291	0292	0293	0294	0295	0296	0297	0298	0299	0300	0301	0302	0303
130	0304	0305	0306	0307	0308	0309	0310	0311	0312	0313	0314	0315	0316	0317	0318	0319
140	0320	0321	0322	0323	0324	0325	0326	0327	0328	0329	0330	0331	0332	0333	0334	0335
150	0336	0337	0338	0339	0340	0341	0342	0343	0344	0345	0346	0347	0348	0349	0350	0351
160	0352	0353	0354	0355	0356	0357	0358	0359	0360	0361	0362	0363	0364	0365	0366	0367
170	0368	0369	0370	0371	0372	0373	0374	0375	0376	0377	0378	0379	0380	0381	0382	0383
180	0384	0385	0386	0387	0388	0389	0390	0391	0392	0393	0394	0395	0396	0397	0398	0399
190	0400	0401	0402	0403	0404	0405	0406	0407	0408	0409	0410	0411	0412	0413	0414	0415
1A0	0416	0417	0418	0419	0420	0421	0422	0423	0424	0425	0426	0427	0428	0429	0430	0431
1B0	0432	0433	0434	0435	0436	0437	0438	0439	0440	0441	0442	0443	0444	0445	0446	0447
1C0	0448	0449	0450	0451	0452	0453	0454	0455	0456	0457	0458	0459	0460	0461	0462	0463
1D0	0464	0465	0466	0467	0468	0469	0470	0471	0472	0473	0474	0475	0476	0477	0478	0479
1E0	0480	0481	0482	0483	0484	0485	0486	0487	0488	0489	0490	0491	0492	0493	0494	0495
1F0	0496	0497	0498	0499	0500	0501	0502	0503	0504	0505	0506	0507	0508	0509	0510	0511
200	0512	0513	0514	0515	0516	0517	0518	0519	0520	0521	0522	0523	0524	0525	0526	0527
210	0528	0529	0530	0531	0532	0533	0534	0535	0536	0537	0538	0539	0540	0541	0542	0543
220	0544	0545	0546	0547	0548	0549	0550	0551	0552	0553	0554	0555	0556	0557	0558	0559
230	0560	0561	0562	0563	0564	0565	0566	0567	0568	0569	0570	0571	0572	0573	0574	0575
240	0576	0577	0578	0579	0580	0581	0582	0583	0584	0585	0586	0587	0588	0589	0590	0591
250	0592	0593	0594	0595	0596	0597	0598	0599	0600	0601	0602	0603	0604	0605	0606	0607
260	0608	0609	0610	0611	0612	0613	0614	0615	0616	0617	0618	0619	0620	0621	0622	0623
270	0624	0625	0626	0627	0628	0629	0630	0631	0632	0633	0634	0635	0636	0637	0638	0639
280	0640	0641	0642	0643	0644	0645	0646	0647	0648	0649	0650	0651	0652	0653	0654	0655
290	0656	0657	0658	0659	0660	0661	0662	0663	0664	0665	0666	0667	0668	0669	0670	0671
2A0	0672	0673	0674	0675	0676	0677	0678	0679	0680	0681	0682	0683	0684	0685	0686	0687
2B0	0688	0689	0690	0691	0692	0693	0694	0695	0696	0697	0698	0699	0700	0701	0702	0703
2C0	0704	0705	0706	0707	0708	0709	0710	0711	0712	0713	0714	0715	0716	0717	0718	0719
2D0	0720	0721	0722	0723	0724	0725	0726	0727	0728	0729	0730	0731	0732	0733	0734	0735
2E0	0736	0737	0738	0739	0740	0741	0742	0743	0744	0745	0746	0747	0748	0749	0750	0751
2F0	0752	0753	0754	0755	0756	0757	0758	0759	0760	0761	0762	0763	0764	0765	0766	0767
300	0768	0769	0770	0771	0772	0773	0774	0775	0776	0777	0778	0779	0780	0781	0782	0783
310	0784	0785	0786	0787	0788	0789	0790	0791	0792	0793	0794	0795	0796	0797	0798	0799
320	0800	0801	0802	0803	0804	0805	0806	0807	0808	0809	0810	0811	0812	0813	0814	0815
330	0816	0817	0818	0819	0820	0821	0822	0823	0824	0825	0826	0827	0828	0829	0830	0831
340	0832	0833	0834	0835	0836	0837	0838	0839	0840	0841	0842	0843	0844	0845	0846	0847
350	0848	0849	0850	0851	0852	0853	0854	0855	0856	0857	0858	0859	0860	0861	0862	0863
360	0864	0865	0866	0867	0868	0869	0870	0871	0872	0873	0874	0875	0876	0877	0878	0879
370	0880	0881	0882	0883	0884	0885	0886	0887	0888	0889	0890	0891	0892	0893	0894	0895
380	0896	0897	0898	0899	0900	0901	0902	0903	0904	0905	0906	0907	0908	0909	0910	0911
390	0912	0913	0914	0915	0916	0917	0918	0919	0920	0921	0922	0923	0924	0925	0926	0927
3A0	0928	0929	0930	0931	0932	0933	0934	0935	0936	0937	0938	0939	0940	0941	0942	0943
3B0	0944	0945	0946	0947	0948	0949	0950	0951	0952	0953	0954	0955	0956	0957	0958	0959
3C0	0960	0961	0962	0963	0964	0965	0966	0967	0968	0969	0970	0971	0972	0973	0974	0975
3D0	0976	0977	0978	0979	0980	0981	0982	0983	0984	0985	0986	0987	0988	0989	0990	0991
3E0	0992	0993	0994	0995	0996	0997	0998	0999	1000	1001	1002	1003	1004	1005	1006	1007
3F0	1008	1009	1010	1011	1012	1013	1014	1015	1016	1017	1018	1019	1020	1021	1022	1023



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
400	1024	1025	1026	1027	1028	1029	1030	1031	1032	1033	1034	1035	1036	1037	1038	1039
410	1040	1041	1042	1043	1044	1045	1046	1047	1048	1049	1050	1051	1052	1053	1054	1055
420	1056	1057	1058	1059	1060	1061	1062	1063	1064	1065	1066	1067	1068	1069	1070	1071
430	1072	1073	1074	1075	1076	1077	1078	1079	1080	1081	1082	1083	1084	1085	1086	1087
440	1088	1089	1090	1091	1092	1093	1094	1095	1096	1097	1098	1099	1100	1101	1102	1103
450	1104	1105	1106	1107	1108	1109	1110	1111	1112	1113	1114	1115	1116	1117	1118	1119
460	1120	1121	1122	1123	1124	1125	1126	1127	1128	1129	1130	1131	1132	1133	1134	1135
470	1136	1137	1138	1139	1140	1141	1142	1143	1144	1145	1146	1147	1148	1149	1150	1151
480	1152	1153	1154	1155	1156	1157	1158	1159	1160	1161	1162	1163	1164	1165	1166	1167
490	1168	1169	1170	1171	1172	1173	1174	1175	1176	1177	1178	1179	1180	1181	1182	1183
4A0	1184	1185	1186	1187	1188	1189	1190	1191	1192	1193	1194	1195	1196	1197	1198	1199
4B0	1200	1201	1202	1203	1204	1205	1206	1207	1208	1209	1210	1211	1212	1213	1214	1215
4C0	1216	1217	1218	1219	1220	1221	1222	1223	1224	1225	1226	1227	1228	1229	1230	1231
4D0	1232	1233	1234	1235	1236	1237	1238	1239	1240	1241	1242	1243	1244	1245	1246	1247
4E0	1248	1249	1250	1251	1252	1253	1254	1255	1256	1257	1258	1259	1260	1261	1262	1263
4F0	1264	1265	1266	1267	1268	1269	1270	1271	1272	1273	1274	1275	1276	1277	1278	1279
500	1280	1281	1282	1283	1284	1285	1286	1287	1288	1289	1290	1291	1292	1293	1294	1295
510	1296	1297	1298	1299	1300	1301	1302	1303	1304	1305	1306	1307	1308	1309	1310	1311
520	1312	1313	1314	1315	1316	1317	1318	1319	1320	1321	1322	1323	1324	1325	1326	1327
530	1328	1329	1330	1331	1332	1333	1334	1335	1336	1337	1338	1339	1340	1341	1342	1343
540	1344	1345	1346	1347	1348	1349	1350	1351	1352	1353	1354	1355	1356	1357	1358	1359
550	1360	1361	1362	1363	1364	1365	1366	1367	1368	1369	1370	1371	1372	1373	1374	1375
560	1376	1377	1378	1379	1380	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387	1388	1389	1390	1391
570	1392	1393	1394	1395	1396	1397	1398	1399	1400	1401	1402	1403	1404	1405	1406	1407
580	1408	1409	1410	1411	1412	1413	1414	1415	1416	1417	1418	1419	1420	1421	1422	1423
590	1424	1425	1426	1427	1428	1429	1430	1431	1432	1433	1434	1435	1436	1437	1438	1439
5A0	1440	1441	1442	1443	1444	1445	1446	1447	1448	1449	1450	1451	1452	1453	1454	1455
5B0	1456	1457	1458	1459	1460	1461	1462	1463	1464	1465	1466	1467	1468	1469	1470	1471
5C0	1472	1473	1474	1475	1476	1477	1478	1479	1480	1481	1482	1483	1484	1485	1486	1487
5D0	1488	1489	1490	1491	1492	1493	1494	1495	1496	1497	1498	1499	1500	1501	1502	1503
5E0	1504	1505	1506	1507	1508	1509	1510	1511	1512	1513	1514	1515	1516	1517	1518	1519
5F0	1520	1521	1522	1523	1524	1525	1526	1527	1528	1529	1530	1531	1532	1533	1534	1535
600	1536	1537	1538	1539	1540	1541	1542	1543	1544	1545	1546	1547	1548	1549	1550	1551
610	1552	1553	1554	1555	1556	1557	1558	1559	1560	1561	1562	1563	1564	1565	1566	1567
620	1568	1569	1570	1571	1572	1573	1574	1575	1576	1577	1578	1579	1580	1581	1582	1583
630	1584	1585	1586	1587	1588	1589	1590	1591	1592	1593	1594	1595	1596	1597	1598	1599
640	1600	1601	1602	1603	1604	1605	1606	1607	1608	1609	1610	1611	1612	1613	1614	1615
650	1616	1617	1618	1619	1620	1621	1622	1623	1624	1625	1626	1627	1628	1629	1630	1631
660	1632	1633	1634	1635	1636	1637	1638	1639	1640	1641	1642	1643	1644	1645	1646	1647
670	1648	1649	1650	1651	1652	1653	1654	1655	1656	1657	1658	1659	1660	1661	1662	1663
680	1664	1665	1666	1667	1668	1669	1670	1671	1672	1673	1674	1675	1676	1677	1678	1679
690	1680	1681	1682	1683	1684	1685	1686	1687	1688	1689	1690	1691	1692	1693	1694	1695
6A0	1696	1697	1698	1699	1700	1701	1702	1703	1704	1705	1706	1707	1708	1709	1710	1711
6B0	1712	1713	1714	1715	1716	1717	1718	1719	1720	1721	1722	1723	1724	1725	1726	1727
6C0	1728	1729	1730	1731	1732	1733	1734	1735	1736	1737	1738	1739	1740	1741	1742	1743
6D0	1744	1745	1746	1747	1748	1749	1750	1751	1752	1753	1754	1755	1756	1757	1758	1759
6E0	1760	1761	1762	1763	1764	1765	1766	1767	1768	1769	1770	1771	1772	1773	1774	1775
6F0	1776	1777	1778	1779	1780	1781	1782	1783	1784	1785	1786	1787	1788	1789	1790	1791



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
700	1792	1793	1794	1795	1796	1797	1798	1799	1800	1801	1802	1803	1804	1805	1806	1807
710	1808	1809	1810	1811	1812	1813	1814	1815	1816	1817	1818	1819	1820	1821	1822	1823
720	1824	1825	1826	1827	1828	1829	1830	1831	1832	1833	1834	1835	1836	1837	1838	1839
730	1840	1841	1842	1843	1844	1845	1846	1847	1848	1849	1850	1851	1852	1853	1854	1855
740	1856	1857	1858	1859	1860	1861	1862	1863	1864	1865	1866	1867	1868	1869	1870	1871
750	1872	1873	1874	1875	1876	1877	1878	1879	1880	1881	1882	1883	1884	1885	1886	1887
760	1888	1889	1890	1891	1892	1893	1894	1895	1896	1897	1898	1899	1900	1901	1902	1903
770	1904	1905	1906	1907	1908	1909	1910	1911	1912	1913	1914	1915	1916	1917	1918	1919
780	1920	1921	1922	1923	1924	1925	1926	1927	1928	1929	1930	1931	1932	1933	1934	1935
790	1936	1937	1938	1939	1940	1941	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951
7A0	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967
7B0	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
7C0	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999
7D0	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
7E0	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
7F0	2032	2033	2034	2035	2036	2037	2038	2039	2040	2041	2042	2043	2044	2045	2046	2047
800	2048	2049	2050	2051	2052	2053	2054	2055	2056	2057	2058	2059	2060	2061	2062	2063
810	2064	2065	2066	2067	2068	2069	2070	2071	2072	2073	2074	2075	2076	2077	2078	2079
820	2080	2081	2082	2083	2084	2085	2086	2087	2088	2089	2090	2091	2092	2093	2094	2095
830	2096	2097	2098	2099	2100	2101	2102	2103	2104	2105	2106	2107	2108	2109	2110	2111
840	2112	2113	2114	2115	2116	2117	2118	2119	2120	2121	2122	2123	2124	2125	2126	2127
850	2128	2129	2130	2131	2132	2133	2134	2135	2136	2137	2138	2139	2140	2141	2142	2143
860	2144	2145	2146	2147	2148	2149	2150	2151	2152	2153	2154	2155	2156	2157	2158	2159
870	2160	2161	2162	2163	2164	2165	2166	2167	2168	2169	2170	2171	2172	2173	2174	2175
880	2176	2177	2178	2179	2180	2181	2182	2183	2184	2185	2186	2187	2188	2189	2190	2191
890	2192	2193	2194	2195	2196	2197	2198	2199	2200	2201	2202	2203	2204	2205	2206	2207
8A0	2208	2209	2210	2211	2212	2213	2214	2215	2216	2217	2218	2219	2220	2221	2222	2223
8B0	2224	2225	2226	2227	2228	2229	2230	2231	2232	2233	2234	2235	2236	2237	2238	2239
8C0	2240	2241	2242	2243	2244	2245	2246	2247	2248	2249	2250	2251	2252	2253	2254	2255
8D0	2256	2257	2258	2259	2260	2261	2262	2263	2264	2265	2266	2267	2268	2269	2270	2271
8E0	2272	2273	2274	2275	2276	2277	2278	2279	2280	2281	2282	2283	2284	2285	2286	2287
8F0	2288	2289	2290	2291	2292	2293	2294	2295	2296	2297	2298	2299	2300	2301	2302	2303
900	2304	2305	2306	2307	2308	2309	2310	2311	2312	2313	2314	2315	2316	2317	2318	2319
910	2320	2321	2322	2323	2324	2325	2326	2327	2328	2329	2330	2331	2332	2333	2334	2335
920	2336	2337	2338	2339	2340	2341	2342	2343	2344	2345	2346	2347	2348	2349	2350	2351
930	2352	2353	2354	2355	2356	2357	2358	2359	2360	2361	2362	2363	2364	2365	2366	2367
940	2368	2369	2370	2371	2372	2373	2374	2375	2376	2377	2378	2379	2380	2381	2382	2383
950	2384	2385	2386	2387	2388	2389	2390	2391	2392	2393	2394	2395	2396	2397	2398	2399
960	2400	2401	2402	2403	2404	2405	2406	2407	2408	2409	2410	2411	2412	2413	2414	2415
970	2416	2417	2418	2419	2420	2421	2422	2423	2424	2425	2426	2427	2428	2429	2430	2431
980	2432	2433	2434	2435	2436	2437	2438	2439	2440	2441	2442	2443	2444	2445	2446	2447
990	2448	2449	2450	2451	2452	2453	2454	2455	2456	2457	2458	2459	2460	2461	2462	2463
9A0	2464	2465	2466	2467	2468	2469	2470	2471	2472	2473	2474	2475	2476	2477	2478	2479
9B0	2480	2481	2482	2483	2484	2485	2486	2487	2488	2489	2490	2491	2492	2493	2494	2495
9C0	2496	2497	2498	2499	2500	2501	2502	2503	2504	2505	2506	2507	2508	2509	2510	2511
9D0	2512	2513	2514	2515	2516	2517	2518	2519	2520	2521	2522	2523	2524	2525	2526	2527
9E0	2528	2529	2530	2531	2532	2533	2534	2535	2536	2537	2538	2539	2540	2541	2542	2543
9F0	2544	2545	2546	2547	2548	2549	2550	2551	2552	2553	2554	2555	2556	2557	2558	2559



	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
A00	2560	2561	2562	2563	2564	2565	2566	2567	2568	2569	2570	2571	2572	2573	2574	2575
A10	2576	2577	2578	2579	2580	2581	2582	2583	2584	2585	2586	2587	2588	2589	2590	2591
A20	2592	2593	2594	2595	2596	2597	2598	2599	2600	2601	2602	2603	2604	2605	2606	2607
A30	2608	2609	2610	2611	2612	2613	2614	2615	2616	2617	2618	2619	2620	2621	2622	2623
A40	2624	2625	2626	2627	2628	2629	2630	2631	2632	2633	2634	2635	2636	2637	2638	2639
A50	2640	2641	2642	2643	2644	2645	2646	2647	2648	2649	2650	2651	2652	2653	2654	2655
A60	2656	2657	2658	2659	2660	2661	2662	2663	2664	2665	2666	2667	2668	2669	2670	2671
A70	2672	2673	2674	2675	2676	2677	2678	2679	2680	2681	2682	2683	2684	2685	2686	2687
A80	2688	2689	2690	2691	2692	2693	2694	2695	2696	2697	2698	2699	2700	2701	2702	2703
A90	2704	2705	2706	2707	2708	2709	2710	2711	2712	2713	2714	2715	2716	2717	2718	2719
AA0	2720	2721	2722	2723	2724	2725	2726	2727	2728	2729	2730	2731	2732	2733	2734	2735
AB0	2736	2737	2738	2739	2740	2741	2742	2743	2744	2745	2746	2747	2748	2749	2750	2751
AC0	2752	2753	2754	2755	2756	2757	2758	2759	2760	2761	2762	2763	2764	2765	2766	2767
AD0	2768	2769	2770	2771	2772	2773	2774	2775	2776	2777	2778	2779	2780	2781	2782	2783
AE0	2784	2785	2786	2787	2788	2789	2790	2791	2792	2793	2794	2795	2796	2797	2798	2799
AF0	2800	2801	2802	2803	2804	2805	2806	2807	2808	2809	2810	2811	2812	2813	2814	2815
B00	2816	2817	2818	2819	2820	2821	2822	2823	2824	2825	2826	2827	2828	2829	2830	2831
B10	2832	2833	2834	2835	2836	2837	2838	2839	2840	2841	2842	2843	2844	2845	2846	2847
B20	2848	2849	2850	2851	2852	2853	2854	2855	2856	2857	2858	2859	2860	2861	2862	2863
B30	2864	2865	2866	2867	2868	2869	2870	2871	2872	2873	2874	2875	2876	2877	2878	2879
B40	2880	2881	2882	2883	2884	2885	2886	2887	2888	2889	2890	2891	2892	2893	2894	2895
B50	2896	2897	2898	2899	2900	2901	2902	2903	2904	2905	2906	2907	2908	2909	2910	2911
B60	2912	2913	2914	2915	2916	2917	2918	2919	2920	2921	2922	2923	2924	2925	2926	2927
B70	2928	2929	2930	2931	2932	2933	2934	2935	2936	2937	2938	2939	2940	2941	2942	2943
B80	2944	2945	2946	2947	2948	2949	2950	2951	2952	2953	2954	2955	2956	2957	2958	2959
B90	2960	2961	2962	2963	2964	2965	2966	2967	2968	2969	2970	2971	2972	2973	2974	2975
BA0	2976	2977	2978	2979	2980	2981	2982	2983	2984	2985	2986	2987	2988	2989	2990	2991
BB0	2992	2993	2994	2995	2996	2997	2998	2999	3000	3001	3002	3003	3004	3005	3006	3007
BC0	3008	3009	3010	3011	3012	3013	3014	3015	3016	3017	3018	3019	3020	3021	3022	3023
BD0	3024	3025	3026	3027	3028	3029	3030	3031	3032	3033	3034	3035	3036	3037	3038	3039
BE0	3040	3041	3042	3043	3044	3045	3046	3047	3048	3049	3050	3051	3052	3053	3054	3055
BF0	3056	3057	3058	3059	3060	3061	3062	3063	3064	3065	3066	3067	3068	3069	3070	3071
C00	3072	3073	3074	3075	3076	3077	3078	3079	3080	3081	3082	3083	3084	3085	3086	3087
C10	3088	3089	3090	3091	3092	3093	3094	3095	3096	3097	3098	3099	3100	3101	3102	3103
C20	3104	3105	3106	3107	3108	3109	3110	3111	3112	3113	3114	3115	3116	3117	3118	3119
C30	3120	3121	3122	3123	3124	3125	3126	3127	3128	3129	3130	3131	3132	3133	3134	3135
C40	3136	3137	3138	3139	3140	3141	3142	3143	3144	3145	3146	3147	3148	3149	3150	3151
C50	3152	3153	3154	3155	3156	3157	3158	3159	3160	3161	3162	3163	3164	3165	3166	3167
C60	3168	3169	3170	3171	3172	3173	3174	3175	3176	3177	3178	3179	3180	3181	3182	3183
C70	3184	3185	3186	3187	3188	3189	3190	3191	3192	3193	3194	3195	3196	3197	3198	3199
C80	3200	3201	3202	3203	3204	3205	3206	3207	3208	3209	3210	3211	3212	3213	3214	3215
C90	3216	3217	3218	3219	3220	3221	3222	3223	3224	3225	3226	3227	3228	3229	3230	3231
CA0	3232	3233	3234	3235	3236	3237	3238	3239	3240	3241	3242	3243	3244	3245	3246	3247
CB0	3248	3249	3250	3251	3252	3253	3254	3255	3256	3257	3258	3259	3260	3261	3262	3263
CC0	3264	3265	3266	3267	3268	3269	3270	3271	3272	3273	3274	3275	3276	3277	3278	3279
CD0	3280	3281	3282	3283	3284	3285	3286	3287	3288	3289	3290	3291	3292	3293	3294	3295
CE0	3296	3297	3298	3299	3300	3301	3302	3303	3304	3305	3306	3307	3308	3309	3310	3311
CF0	3312	3313	3314	3315	3316	3317	3318	3319	3320	3321	3322	3323	3324	3325	3326	3327





	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
D00	3328	3329	3330	3331	3332	3333	3334	3335	3336	3337	3338	3339	3340	3341	3342	3343
D10	3344	3345	3346	3347	3348	3349	3350	3351	3352	3353	3354	3355	3356	3357	3358	3359
D20	3360	3361	3362	3363	3364	3365	3366	3367	3368	3369	3370	3371	3372	3373	3374	3375
D30	3376	3377	3378	3379	3380	3381	3382	3383	3384	3385	3386	3387	3388	3389	3390	3391
D40	3392	3393	3394	3395	3396	3397	3398	3399	3400	3401	3402	3403	3404	3405	3406	3407
D50	3408	3409	3410	3411	3412	3413	3414	3415	3416	3417	3418	3419	3420	3421	3422	3423
D60	3424	3425	3426	3427	3428	3429	3430	3431	3432	3433	3434	3435	3436	3437	3438	3439
D70	3440	3441	3442	3443	3444	3445	3446	3447	3448	3449	3450	3451	3452	3453	3454	3455
D80	3456	3457	3458	3459	3460	3461	3462	3463	3464	3465	3466	3467	3468	3469	3470	3471
D90	3472	3473	3474	3475	3476	3477	3478	3479	3480	3481	3482	3483	3484	3485	3486	3487
DA0	3488	3489	3490	3491	3492	3493	3494	3495	3496	3497	3498	3499	3500	3501	3502	3503
DB0	3504	3505	3506	3507	3508	3509	3510	3511	3512	3513	3514	3515	3516	3517	3518	3519
DC0	3520	3521	3522	3523	3524	3525	3526	3527	3528	3529	3530	3531	3532	3533	3534	3535
DD0	3536	3537	3538	3539	3540	3541	3542	3543	3544	3545	3546	3547	3548	3549	3550	3551
DE0	3552	3553	3554	3555	3556	3557	3558	3559	3560	3561	3562	3563	3564	3565	3566	3567
DF0	3568	3569	3570	3571	3572	3573	3574	3575	3576	3577	3578	3579	3580	3581	3582	3583
E00	3584	3585	3586	3587	3588	3589	3590	3591	3592	3593	3594	3595	3596	3597	3598	3599
E10	3600	3601	3602	3603	3604	3605	3606	3607	3608	3609	3610	3611	3612	3613	3614	3615
E20	3616	3617	3618	3619	3620	3621	3622	3623	3624	3625	3626	3627	3628	3629	3630	3631
E30	3632	3633	3634	3635	3636	3637	3638	3639	3640	3641	3642	3643	3644	3645	3646	3647
E40	3648	3649	3650	3651	3652	3653	3654	3655	3656	3657	3658	3659	3660	3661	3662	3663
E50	3664	3665	3666	3667	3668	3669	3670	3671	3672	3673	3674	3675	3676	3677	3678	3679
E60	3680	3681	3682	3683	3684	3685	3686	3687	3688	3689	3690	3691	3692	3693	3694	3695
E70	3696	3697	3698	3699	3700	3701	3702	3703	3704	3705	3706	3707	3708	3709	3710	3711
E80	3712	3713	3714	3715	3716	3717	3718	3719	3720	3721	3722	3723	3724	3725	3726	3727
E90	3728	3729	3730	3731	3732	3733	3734	3735	3736	3737	3738	3739	3740	3741	3742	3743
EA0	3744	3745	3746	3747	3748	3749	3750	3751	3752	3753	3754	3755	3756	3757	3758	3759
EB0	3760	3761	3762	3763	3764	3765	3766	3767	3768	3769	3770	3771	3772	3773	3774	3775
EC0	3776	3777	3778	3779	3780	3781	3782	3783	3784	3785	3786	3787	3788	3789	3790	3791
ED0	3792	3793	3794	3795	3796	3797	3798	3799	3800	3801	3802	3803	3804	3805	3806	3807
EE0	3808	3809	3810	3811	3812	3813	3814	3815	3816	3817	3818	3819	3820	3821	3822	3823
EF0	3824	3825	3826	3827	3828	3829	3830	3831	3832	3833	3834	3835	3836	3837	3838	3839
F00	3840	3841	3842	3843	3844	3845	3846	3847	3848	3849	3850	3851	3852	3853	3854	3855
F10	3856	3857	3858	3859	3860	3861	3862	3863	3864	3865	3866	3867	3868	3869	3870	3871
F20	3872	3873	3874	3875	3876	3877	3878	3879	3880	3881	3882	3883	3884	3885	3886	3887
F30	3888	3889	3890	3891	3892	3893	3894	3895	3896	3897	3898	3899	3900	3901	3902	3903
F40	3904	3905	3906	3907	3908	3909	3910	3911	3912	3913	3914	3915	3916	3917	3918	3919
F50	3920	3921	3922	3923	3924	3925	3926	3927	3928	3929	3930	3931	3932	3933	3934	3935
F60	3936	3937	3938	3939	3940	3941	3942	3943	3944	3945	3946	3947	3948	3949	3950	3951
F70	3952	3953	3954	3955	3956	3957	3958	3959	3960	3961	3962	3963	3964	3965	3966	3967
F80	3968	3969	3970	3971	3972	3973	3974	3975	3976	3977	3978	3979	3980	3981	3982	3983
F90	3984	3985	3986	3987	3988	3989	3990	3991	3992	3993	3994	3995	3996	3997	3998	3999
FA0	4000	4001	4002	4003	4004	4005	4006	4007	4008	4009	4010	4011	4012	4013	4014	4015
FB0	4016	4017	4018	4019	4020	4021	4022	4023	4024	4025	4026	4027	4028	4029	4030	4031
FC0	4032	4033	4034	4035	4036	4037	4038	4039	4040	4041	4042	4043	4044	4045	4046	4047
FD0	4048	4049	4050	4051	4052	4053	4054	4055	4056	4057	4058	4059	4060	4061	4062	4063
FE0	4064	4065	4066	4067	4068	4069	4070	4071	4072	4073	4074	4075	4076	4077	4078	4079
FF0	4080	4081	4082	4083	4084	4085	4086	4087	4088	4089	4090	4091	4092	4093	4094	4095



6.2. Tabelle mit Potenzen von 16 (Hexadezimal)

$16^n$				n	$16^{-n}$			
1				0	0.10000	00000	00000	$\times 10$
16				1	0.62500	00000	00000	$\times 10^{-1}$
256				2	0.39062	50000	00000	$\times 10^{-2}$
4	096			3	0.24414	06250	00000	$\times 10^{-3}$
65	536			4	0.15258	78906	25000	$\times 10^{-4}$
1	048	576		5	0.95367	43164	06250	$\times 10^{-6}$
16	777	216		6	0.59604	64477	53906	$\times 10^{-7}$
268	435	456		7	0.37252	90298	46191	$\times 10^{-8}$
4	294	967	296	8	0.23283	06436	53869	$\times 10^{-9}$
68	719	476	736	9	0.14551	91522	83668	$\times 10^{-10}$
1	099	511	627	10	0.90949	47017	72928	$\times 10^{-12}$
17	592	186	044	11	0.56843	41886	08080	$\times 10^{-13}$
281	474	976	710	12	0.35527	13678	80050	$\times 10^{-14}$
4	503	599	627	13	0.22204	46049	25031	$\times 10^{-15}$
72	057	594	037	14	0.13877	78780	78144	$\times 10^{-16}$
1	152	921	504	15	0.86736	17379	88403	$\times 10^{-18}$



Tabelle mit Potenzen von 10 (Dezimal)

			$10^n$	n		$10^{-n}$				
			1	0	1.0000	0000	0000	0000		
			A	1	0.1999	9999	9999	999A		
			64	2	0.28F5	C28F	5C28	F5C3	x	$16^{-1}$
			3E8	3	0.4189	374B	C6A7	EF9E	x	$16^{-2}$
			2710	4	0.68DB	8BAC	710C	B296	x	$16^{-3}$
		1	86A0	5	0.A7C5	AC47	1B47	8423	x	$16^{-4}$
		F	4240	6	0.10C6	F7A0	B5ED	8D37	x	$16^{-4}$
		98	9680	7	0.1AD7	F29A	BCAF	4858	x	$16^{-5}$
		5F5	E100	8	0.2AF3	1DC4	6118	738F	x	$16^{-6}$
		3B9A	CA00	9	0.4488	2FA0	985A	52CC	x	$16^{-7}$
	2	5408	E400	10	0.6DF3	7F67	SEF6	EADF	x	$16^{-8}$
	17	4876	E800	11	0.AFEB	FF0B	CB24	AAFF	x	$16^{-9}$
	E8	D4A5	1000	12	0.1197	9981	2DEA	1119	x	$16^{-9}$
	918	4E72	A000	13	0.1C25	C268	4976	81C2	x	$16^{-10}$
	5AF3	107A	4000	14	0.2D09	370D	4257	3604	x	$16^{-11}$
	3	8D7E	A4C6	15	0.480E	BE7B	9D58	566D	x	$16^{-12}$
	23	8652	6FC1	16	0.734A	CA5F	6226	F0AE	x	$16^{-13}$
	163	4578	5D8A	17	0.8877	AA32	36A4	B449	x	$16^{-14}$
	DE0	B633	A764	18	0.1272	5DD1	D243	ABA1	x	$16^{-14}$
	8AC7	2304	89E8	19	0.1D83	C94F	B6D2	AC35	x	$16^{-15}$



Tabelle mit Potenzen von 2 (Dual)

$2^n$		$n$		$2^{-n}$	
1	0	1.0			
2	1	0.5			
4	2	0.25			
8	3	0.125			
16	4	0.0625	5		
32	5	0.03125			
64	6	0.015625			
128	7	0.0078125	5		
256	8	0.00390625	25		
512	9	0.001953125			
1024	10	0.0009765625	5		
2048	11	0.00048828125	25		
4096	12	0.000244140625	625		
8192	13	0.0001220703125	5		
16384	14	0.00006103515625			
32768	15	0.000030517578125	125		
65536	16	0.0000152587890625	5		
131072	17	0.00000762939453125	25		
262144	18	0.000003814697265625	625		
524288	19	0.0000019073486328125	5		
1048576	20	0.00000095367431640625	25		
2097152	21	0.000000476837158203125			
4194304	22	0.0000002384185791015625	5		
8388608	23	0.00000011920928955078125	25		
16777216	24	0.000000059604644775390625	625		
33554432	25	0.0000000298023223876953125	5		
67108864	26	0.00000001490116119384765625	25		
134217728	27	0.000000007450580596923828125	125		
268435456	28	0.0000000037252902984619140625	5		
536870912	29	0.00000000186264514923095703125	25		
1073741824	30	0.000000000931322574615478515625	625		
2147483648	31	0.0000000004656612873077392578125	5		
4294967296	32	0.00000000023283064365386962890625	25		
8589934592	33	0.00000000011641532182693481453125	125		
17179869184	34	0.0000000000582076609134674072265625	5		
34359738368	35	0.00000000002910383045673370361328125	25		
68719476736	36	0.000000000014551915228366851806640625	625		
137438953472	37	0.0000000000072759576141834259033203125	5		
274877906944	38	0.00000000000363797880709171295166015625	25		
549755813888	39	0.000000000001818989403545856475830078125	125		
1099511627776	40	0.0000000000009094947017729282379150390625	5		
2199023255552	41	0.00000000000045474735088646411895751953125	25		
4398046511104	42	0.000000000000227373675443232059478759765625	625		
8796093022208	43	0.0000000000001136868377216160297393798828125	5		
17592186044416	44	0.00000000000005684341886080801486968994140625	25		
35184372088832	45	0.000000000000028421709430404007434844970703125	125		
70368744177664	46	0.0000000000000142108547152020037174224853515625	5		
140737488355328	47	0.00000000000000710542735760100185871124267578125	25		
281474976710656	48	0.000000000000003552713678800500929355621337890625	625		
562949953421312	49	0.0000000000000017763568394002504646778106689453125	5		
1125899906842624	50	0.00000000000000088817841970012523233890533447265625	25		
2251799813685248	51	0.000000000000000444089209850062616169452667236328125	125		
4503599627370496	52	0.0000000000000002220446049250313080847263336181640625	5		
9007199254740992	53	0.00000000000000011102230246251565404236316680908203125	25		
18014398509481984	54	0.000000000000000055511151231257827021181583404541015625	625		
36028797018963968	55	0.0000000000000000277555756156289135105907917022705078125	5		
72057594037927936	56	0.00000000000000001387778780781445675529539585113525390625	25		
144115188075855872	57	0.000000000000000006938893903907228377647697925567676950125	125		
288230376151711744	58	0.0000000000000000034694469519536141888238489627838134765625	5		
576460752303423488	59	0.00000000000000000173472347597680709441192448139190673828125	25		
1152921504606846976	60	0.000000000000000000867361737988403547205962240695953369140625	625		
2305843009213693952	61	0.0000000000000000004336808689942017736029811203479766845703125	5		
4611686018427387904	62	0.00000000000000000021684043449710088680149056017398834228515625	25		
9223372036854775808	63	0.000000000000000000108420217248550443400745280086994171142578125	125		





### 6.3. Fachworte-Verzeichnis

Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
<b>A</b>		
A	A	Hexadezimalziffer $A_{\text{Hex}} = 10_{\text{Dez}} = 1010_{\text{Dual}}$
Abfragetechnik	polling	Statusabfrage der Peripherie durch den Computer
Ablaufverfolgung	tracing	Programmverfolgung während der Testphase
access	Zugriff	Adressierung einer bestimmten Speicherstelle zum Lesen oder Schreiben
access time	Zugriffszeit	Zeit zwischen Anlegen der Adresse und Ausgabe der Daten
accumulator	Akkumulator	Hauptregister, mit dem alle Operationen ausgeführt werden (logisch, arithmetisch, Ein/Ausgabe)
acknowledge	Quittierung	Empfangsbestätigung für ein Signal
ADC ( <u>A</u> nalog <u>D</u> igital <u>C</u> onverter)	Analog-/Digital-Umsetzer A/D-Wandler	Wandler analoger Signale in zugehörige Digitalwerte
adder	Addierer	Schaltung zur Summenbildung
Adresse	adress	Kennzeichnung eines Speicherplatzes oder Ein/Ausgabekanals
AD-Wandler	AD-converter	siehe unter ADC
Akkumulator	accumulator	siehe accumulator
ALGOL ( <u>A</u> LGOrithmic <u>L</u> anguage)		Höhere Programmiersprache für techn.-wissenschaftliche Anwendungen
algorithm	Algorithmus	Folge von Befehlen zur Lösung eines definierten Problems
alphanumeric	alphanumerisch	Darstellung eines Zeichensatzes gemischt aus Buchstaben und Ziffern
ALU ( <u>A</u> rithmetic and <u>L</u> ogical <u>U</u> nit)	Rechenwerk	Teil der Zentraleinheit, in der arithmetische und logische Operationen ausgeführt werden



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
Anwenderprogramm	user program	Programm zur Lösung eines speziellen Problems des Anwenders
Arbeitsspeicher	main storage	Schneller Speicher für aktuelle Programme und zur Zwischenspeicherung von Daten
ASCII ( <u>A</u> merican <u>S</u> tandard <u>C</u> ode for <u>I</u> nformation <u>I</u> nterchange)		Alphanumerischer Code für Datenübertragung
ASSEMBLER-Sprache		Maschinennahe und maschinenspezifische Programmiersprache, die statt des binären Maschinencodes Mnemonics verwendet
Assembler		Übersetzer für in ASSEMBLER geschriebene Programme. Erzeugt Maschinencode
assembly language	Assemblersprache	siehe ASSEMBLER-Sprache
asynchron	asynchronous	nicht synchronisiert, taktunabhängig
<b>B</b>	B	Hexadezimalziffer $B_{\text{Hex}} = 11_{\text{Dez}} = 1011_{\text{Dual}}$
background program	Hauptprogramm	Hauptprogramm, welches in einem unterbrechungsfähigen Computer abläuft
BASIC ( <u>B</u> eginners <u>A</u> ll <u>P</u> urpose <u>S</u> ymbolic <u>I</u> nstruction <u>C</u> ode)		Höhere Programmiersprache, die einfach zu erlernen ist und Anwendung in kleinen bis mittleren Systemen findet
baud rate	Baud-Rate	Dimension der Übertragungsgeschwindigkeit von Daten
BCD ( <u>B</u> inary <u>C</u> oded <u>D</u> ecimal)	binär codierte Dezimalzahl	Code, der jede Dezimalziffer in einem 4stelligen binären Codewort darstellt (4-Bit-Wort)
BCD-Ziffer		In 4 Bit binär codierte Ziffer
Befehl	instruction	Anweisung an den Computer, eine Operation auszuführen
Befehlsvorrat	instruction set	Menge aller Anweisungen, die ein Computer versteht



Stichwort	Übersetzung	Erläuterung
Befehlszähler	program counter	Register in der CPU, in dem der nächste zu bearbeitende Befehl steht
benchmark program	Bewertungsprogramm	Beurteilungsprogramm für den Durchsatz eines Computers
Betriebssystem	operating system	Systemprogramme, die für den Anwender den Datentransport im Computersystem organisieren und ausführen (Betriebssysteme für Kleincomputer sind u.a. CP/M, MSDOS, DOS, OASIS, etc.)
bidirectional	bidirektional	(Signalfluß) in beide Richtungen
binäre Variable		Größe, die nur zwei Zustände annehmen kann (Ja = high = H = 1) (Nein = low = L = 0)
Binärzähler	binary counter	Zählerbaustein mit 4 Flipflops, der von 0 bis 15 zählen kann
bit ( <u>B</u> inary <u>digi</u> T)	Bit	kleinste binäre Informationseinheit
boolean algebra	Boole'sche Algebra	Satz von Rechenregeln (logische Operationen) für binäre Variablen
Boole'sche Funktion		Logische Beziehung zwischen mehreren binären Variablen
bootstrap loader	Urlader	Urladeprogramm, welches das Einlesen des Betriebssystems in den Computer ermöglicht
branch	Verzweigung	Bedingte oder unbedingte Fortsetzung des Programms an zwei verschiedenen Adressen
branch instruction	Verzweigungsbefehl	siehe branch
breakpoint	Haltepunkt	Vor Programmablauf bestimmter Haltepunkt für Ein-/Ausgaben oder Testzwecke
buffer	Puffer	Speicher für kurzzeitige Zwischenspeicherung von Daten
bug	Fehler	Software-Fehler in einem Programm (wörtliche Übersetzung "Wanze")



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
bus	Bus, Sammelschiene	Übertragungsleitung, die an mehreren Bausteinen oder Einheiten gleichzeitig angeschlossen ist
BUSEN ( <u>B</u> US <u>E</u> Nable)	Freigabesignal	Freigabesignal für den Bus
Bussystem	bus system	Menge aller Leitungen zur parallelen Übertragung von Informationen im Computersystem (Adressenbus, Datenbus, Steuerbus)
byte	Byte	8-Bit-breites Wort, das z.B. ein Datenwort oder ASCII-Code- wort sein kann
<b>C</b> c		Hexadezimalziffer $C_{\text{Hex}} = 12_{\text{Dez}} = 1010_{\text{Dual}}$
	card puncher	Lochkartenstanzer
	card reader	Lochkartenleser
	Carriage Return (CR)	Wagenrücklauf
	carry	Übertrag Übertrag in die nächst höherwertige Stelle, wenn das Additionsergebnis in einer Stelle größer oder gleich der Basis ist (heißt bei Subtraktiv borrow)
	cascade	Kaskade, kaskadieren Erweiterung durch Hintereinanderschaltung
	cartridge	Magnetbandcassette Externes Massenspeichermedium mit serielltem Zugriff auf Magnetband
	character	Zeichen, Symbol Zeichenvorrat bestehend aus Buchstaben, Ziffern und Sonderzeichen
	chip	Chip Bezeichnung für ein Halbleiterplättchen oder einen integrierten Schaltkreis
	chip-enable	Baustein-Freigabe Baustein-Aktivierung mit Hilfe eines Freigabesignals
chip-select	Baustein-Auswahl	Auswahl eines Bausteins mit Hilfe eines Signals, das aus Adressen generiert wird



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
chip slices	Chip-Scheiben	Halbleiterscheiben, aus denen integrierte Bausteine hergestellt werden
clear	löschen	In den Ausgangszustand zurücksetzen
clock	Takt	Festes, in einem Taktgenerator erzeugtes Zeitraster, in dem der Computer seine Operationen ausführt
CMOS	Complementary MOS	MOS-Halbleitertechnologie mit geringem Ruhestrom
COBOL ( <u>C</u> ommon <u>B</u> usiness <u>O</u> riented <u>L</u> anguage)		Höhere Programmiersprache für kaufmännische Aufgaben
codieren		Umsetzen von Informationen aus einer Darstellungsart (Code) in eine andere
compare	vergleichen	u.a. logische Operation
compatibel	verträglich	Zwei Computer sind software-compatibel, wenn ihre Programme ohne Einschränkungen tauschbar sind. Sie sind hardware-compatibel, wenn ihre Einheiten untereinander tauschbar sind
compiler	Kompilierer	Übersetzungsprogramm, für Umsetzung von einer höheren Sprache in den Maschinencode
computer		beliebig programmierbare arithmetische und logische Einheit, die dem von-Neumann-Zyklus gehorcht
computer development system	Entwicklungssystem	Computer, der durch aufwendige Testhilfsmittel als Entwicklungssystem aufgebaut ist
computersystem		Vollständiges System, bestehend aus Hard- und Software
conditional	bedingt	von Voraussetzungen abhängig
conditional jump	bedingter Sprung	Sprung im Programm, der nur unter vorgegebenen Bedingungen ausgeführt wird



Stichwort	Übersetzung	Erläuterung
control unit	Steuereinheit Steuerwerk	Steuereinheit für eine CPU oder ein Peripheriegerät
core	Kern	Kernspeicher
CPU ( <u>C</u> entral <u>P</u> roces- <u>s</u> ing <u>U</u> nit)	Zentraleinheit	Rechen- und Steuerwerk des Computers
CRC ( <u>C</u> yclic <u>R</u> edundancy <u>C</u> heck)	zyklische Block- prüfung	Zyklisches Prüfverfahren bei der Übertragung von Datenblöcken
CRT ( <u>C</u> athode <u>R</u> ay <u>T</u> ube)	Katodenstrahlröhre	Katodenstrahlröhre für Datensichtgeräte oder Oszilloskope
cross assembler, cross-compiler, cross-simulator		Übersetzungsprogramme auf Großcomputern, die die Assembler-Sprache von Mikrocomputern verarbeiten und daraus Maschinencode erzeugen
CRT-terminal		Datensichtgerät, das als Anzeigeeinheit eine Katodenstrahlröhre enthält
cycle	Zyklus	Zeitintervall, z.B. eine Periode des Taktes
<b>D</b> D	D	Hexadezimalziffer $D_{\text{Hex}} = 13_{\text{Dez}} = 1101_{\text{Dual}}$
DAC ( <u>D</u> igital to <u>A</u> nalog <u>C</u> onverter)		Digital/Analog-Wandler
data bus	Datenbus	Siehe auch Bus, hier sind die parallelen Datenleitungen gemeint
Daten	data	In der Computertechnik Ein- u. Ausgabeinformationen in beliebiger Codierung
Datei		Zusammenfassung zusammengehörender Daten für eine bestimmte Aufgabe. Dateien werden auf Massenspeicher angelegt
Datenflußplan	data flow chart	Ablaufdiagramm mit Symbolen und Kurzkomentaren (Flußdiagramm) als Hilfsmittel zur Programmierung eines Problems
Datenspeicher	data storage	Speicherbereich, in dem nur Daten abgelegt werden



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
DA-Wandler	da-converter	siehe DAC
debug, to	fehlersuchen	Fehlersuche und Beseitigung in Hard- und Software
debuging		wörtlich: "ent-wanzen"
decimal adjust	Dezimalkorrektur Dezimalanordnung	Umwandlung eines binären Datenwortes im Akku in das dezimale Äquivalent
decrement	dekrementieren	Verminderung eines Wertes um 1
development system	Entwicklungssystem	Mikrocomputersystem zum Entwickeln und Austesten von Hard- und Software
device		Baustein, Einheit, Gerät
diagnostic routines	Diagnose-Programme	Testprogramme zur Suche von Hard- und Softwarefehlern
Dialoggerät		Ein- und Ausgabegerät für direkten Datenaustausch
digit	Ziffer, Stelle	Stelle in einem Zahlensystem
Digitaltechnik		Technik, in der alle Signale durch zwei logische Pegel oder darin codierte Werte dargestellt werden
DIP (dual-in-line package)		Gehäuse mit zweireihigen Anschlüssen für die Aufnahme von integrierten Schaltkreisen
direct addressing	direkte Adressierung	Im Befehl ist die Adresse Bestandteil des Operanden
disk memory	Plattenspeicher	Massenspeicher mit rotierenden Magnetplatten (Floppydisk, Hard-disk)
display	Anzeige	Optische Anzeigeeinheiten; verschiedene Techniken z.B. einfache Lampe, 7-Segment-Anzeige oder Strahlröhre
DMA (Direct Memory Access)	direkter Speicherzugriff	Direkter und schneller Datenaustausch von Einheiten unter Umgehung der CPU, die während dieses Prozesses gesperrt ist



Stichwort	Übersetzung	Erläuterung
driver	Treiber	Verstärkerschaltung zur Ansteuerung entsprechend vieler Bausteine am Bus
Durchsatz	throughput	Mittlere Anzahl von Operationen in einem Computer pro Zeiteinheit
dynamic RAM (dynamic Random- Access)	dynamischer Schreib- Lese-Speicher	Baustein, der Information in Form elektrischer Ladung speichert, die zyklisch aufgefrischt wird
dynamischer Speicher- baustein		siehe vorher
<b>E</b> E	E	Hexadezimalziffer $E_{\text{Hex}} = 14_{\text{Dez}} = 1110_{\text{Dual}}$
EAROM ( <u>E</u> lectrically <u>A</u> lterable <u>R</u> OM)		elektrisch änderbarer Festwert- speicher
EBCDIC ( <u>E</u> xtended <u>B</u> inary <u>C</u> oded <u>D</u> ecimal <u>I</u> nter- <u>C</u> hange <u>C</u> ode)		Alphanumerischer 8-Bit-Code für Datenaustausch
editor	Editor	Software-Unterstützung für Ein- gabe, Änderung und Ausgabe von Programmen und Texten
effective address	effektive Adresse	Absolute Adresse, die sich bei indizierter oder indirekter Adressierung ergibt
Ein-Adress-Befehl	single address in- struction	Befehl, der nur die Adresse des Operanden enthält
Ein-Wort-Befehl	one word instruction	Befehl, dessen Wortlänge nicht größer ist, als die Zahl der parallel verarbeiteten Bits auf dem Datenbus des Computers
emulation	Emulation	Softwaremäßige Nachbildung von Funktionen eines Computers oder einer peripheren Einheit auf einem anderen System
enable signal		Freigabe-Signal (siehe chip enable)
encode		codieren (siehe dort)





Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
Entwicklungssystem	development-system	siehe unter engl. Bezeichnung
EPROM ( <u>E</u> rasable- <u>P</u> rogrammable <u>R</u> OM)	lös- und program- mierbarer Festwert- speicher	Festwertspeicher, der mit UV- Licht lösbar und elektrisch neu programmierbar ist
erase	löschen	z.B. Löschen eines EPROM's
Europakarte		genormtes Leiterplattenformat ca. 100x160 mm
even parity	gerade Parität	gerade Anzahl von "1" in einem Datenwort oder Byte
exchange	austauschen	Austausch von Datenworten zwi- schen Speicher und Registern
execution time	Befehls-Ausführungs- zeit	Erforderliche Zeit für voll- ständige Ausführung eines Be- fehls
externer Speicher	external storage device	Speichereinheit außerhalb der CPU
<b>F</b> F	F	Hexadezimalziffer $F_{\text{Hex}} = 15_{\text{Dez}} = 1111_{\text{Dual}}$
Fehler	bug, error	Hard- oder Softwarefehler (siehe debugging)
fetch, to	holen, herausholen, abrufen	Abholen von Daten- oder Befehls- worten aus dem Speicher
file	Datei	engl. Bezeichnung für Datei (siehe dort)
firmware	Firmware	von der Computerfirma mitgelie- ferte Systemsoftware, die in einem Festwertspeicher liegt und vom Anwender nicht geändert werden kann
flag	Marke, Kennzeichen	Bit, welches als Zustandsanzei- ge verwendet wird
flipflop	Flipflop	Speicherelement für max. 1 Bit
floppy disk	Magnetplatten-Spei- cher, Disketten	flexible Magnetscheibe in sta- biler Kartonhülle als mechani- schen Schutz. Es gibt sie mit einfacher oder doppelter Schreib- dichte und einseitiger oder zwei- seitiger Schreibmöglichkeit



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
flow-chart	Flußdiagramm, Ablaufdiagramm	siehe Datenflußplan
flüchtig	volatile	Eigenschaft eines Speicherbausteins nach Abschalten seiner Versorgungsspannung die Information zu verlieren
<u>FORTRAN</u> ( <u>FOR</u> mula <u>TRAN</u> slation)		Höhere Programmiersprache für technisch-wissenschaftliche Anwendung
FPLA ( <u>F</u> ield <u>P</u> rogrammable <u>L</u> ogic <u>A</u> rray)		Vom Anwender programmierbare logische Funktionen in integrierten Bausteinen
framing	Rahmung, Einrahmung	Einklammerung eines Datenwortes in Start- und Stop-Bits bei asynchroner Datenübertragung
<b>G</b> Ganzzahl	integer	Zahl ohne Dezimalstellen nach dem Komma z.B. 3 ; 100 ; -43
gate	Gatter	logische Funktion in einer integrierten Schaltung, die mindestens zwei binäre Variable verknüpft
gesperrt	disabled	Sperrung, Gegenteil von Freigabe (enable)
gültig	valid	Zustand eines Übergabesignals beim Datenaustausch oder Datentransport
<b>H</b> Halbbyte	nibble	Hälfte eines Bytes, entsprechend 4 Bit
Haltepunkt	breakpoint	Stop bei einer vor Programmstart eingegebenen Adresse um Kontrollen oder Eingaben vornehmen zu können
hand shaking	Quittungsbetrieb	Austausch von Quittungssignalen beim Datenaustausch zwischen Geräten unterschiedlicher Geschwindigkeit
handler	"Hantierer"	Kontrollroutine für periphere Geräte oder Einheiten



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
hardware	Hardware	Zusammenfassender Begriff für die elektrischen und mechanischen Komponenten eines Computersystems
hardwired logic	festverdrahtete Logik	Digitale Logikschaltung aus einzelnen Bausteinen aufgebaut
Hauptprozessor	master processor	Übergeordneter Leitprozessor in einer "master/slave"-Anordnung
Hauptspeicher	main storage	Mit RAM-Bausteinen aufgebauter Arbeitsspeicher
high level	Hoch-Pegel	Hoher Logik-Pegel, entspricht bei positiver Logik der logischen "1"
high-level language	höhere Programmiersprache	Zusammenfassender Begriff für höhere anwendungsorientierte Programmiersprachen
höchstwertiges Bit	MSB ( <u>m</u> ost <u>s</u> ignifi- <u>c</u> ant <u>b</u> it)	das in einem Datenwort ganz links stehende Bit (höchstwertige Stelle)
IC ( <u>I</u> ntegrated <u>C</u> ircuit)	IS	Integrierte Schaltung, Halbleiter-Chip in einem Gehäuse montiert
immediate addressing	unmittelbare Adressierung	Ein Befehl enthält nicht die Adresse eines Operanden, sondern den Operanden selbst
increment	inkrementieren	Erhöhung eines Wertes um 1, z.B. wichtig bei automatischer Erhöhung eines Adresszählers
index register	Index-Register	Register, das für Adressrechnungen verwendet wird, z.B. bei indizierter Adressierung
index addressing	indizierte Adressierung	Adressierungsart, bei der die Adresse des Operanden aus einer gegebenen Adresse und dem Inhalt des Indexregisters gebildet wird
inhibit	verbieten, verhindern	Sperrung, z.B. eines Bereiches oder einer Einheit



Stichwort	Übersetzung	Erläuterung
instruction	Befehl	Anweisung an den Computer zur Ausführung einer Funktion (Operation)
instruction set	Befehlssatz, Befehlsvorrat	Menge aller Befehle auf Maschinenebene, die von einem Rechner ausgeführt werden kann
interface	Anpassungsschaltung	Schnittstelle zwischen zwei Einheiten oder Bausteinen, die Pegelunterschiede oder zeitliche Abhängigkeiten anpasst
interrupt	Programmunterbrechung	Unterbrechung eines gerade ablaufenden Programms durch ein externes Signal. Nach Beenden einer Interrupt-Service-Routine wird das unterbrochene Programm wieder gestartet
interrupt-request		Unterbrechungsanforderung (siehe interrupt)
interrupt service routine		Unterprogramm, das nach einer Interruptanforderung sofort angesprungen wird
Interpreter		Übersetzungsprogramm für höhere Programmiersprachen während des Programmlaufs (keine Kompilierung!). Vorteile: Billig und schneller Programmtest möglich. Nachteile: Sehr langsamer Programmablauf und Interpreter muß neben dem Anwenderprogramm im Speicher stehen
I/O (Input/Output)		E/A (Eingabe/Ausgabe)
I/O-chip		Eingabe-Ausgabe-Baustein
I/O-port		Ein-/Ausgabe-Kanal, an den periphere Einheiten angeschlossen werden
<b>J</b> jump	Sprung	Sprung an die vorgegebene Adresse und Fortsetzung des Programms an dieser Stelle



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
job	Auftrag	Bearbeitung eines Anwenderprogramms. Große Computer können mehrere Jobs gleichzeitig bearbeiten
<b>K</b> K		Abkürzung für Kilo. In der Datenverarbeitung entspricht K dem Wert 1024
Kanal	channel	Bezeichnung für einen Datenweg, auf dem Informationen ausgetauscht werden
KB		Kilo Byte (1024 Bytes)
Kernspeicher	core memory	frühere Speicher aus Magneten
Kennzeichen	flag	siehe flag
keyboard	Tastatur	Eingabemedium bei einem Computer
Kilobaud		Maß für die Übertragungsgeschwindigkeit von Daten
Klarschriftleser	character reader	Eingabemedium, welches Schrift in einen von einem Computer verarbeitbaren Code wandelt
kompatibel	verträglich	siehe kompatibel
Kompilierer		siehe compiler
kundenspezifischer Schaltkreis	custom design	Spezielle Fertigung einer integrierten Schaltung in großer Stückzahl im Kundenauftrag
<b>L</b> label	Marke, Markierung	Symbolische Adresse in einem Programm
latch	Speicherspeicher	Zwischenspeicher für kurzzeitige Ablage von Daten oder Adressen
<u>least significant bit</u> (LSB)		Das Bit in einem Wort an der Stelle mit der geringsten Wertigkeit
lesen	read	Erfassen von Daten aus einem Speichermedium



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
LIFO ( <u>L</u> ast- <u>I</u> n/ <u>F</u> irst- <u>O</u> ut)		Speicherverfahren bei dem das zuletzt gespeicherte Wort zuerst wieder ausgelesen wird, beispielsweise beim Stapelspeicher
linking loader	Binde-Lader	System-Programm zum Laden und Binden einzeln erstellter Programme oder von Programmteilen zu einem Gesamtprogramm
listing	Auflistung	Programmausdruck
loader	Lader	System-Programm, das den durch Übersetzung entstandenen Maschinencode ab einer vorgegebenen Adresse in den Speicher lädt
Lochkartenleser	card reader	Peripheres Eingabegerät für einen Computer
Lochkartenstanzer	card puncher	Peripheres Ausgabegerät für einen Computer
Lochstreifenleser	tape reader	Peripheres Eingabegerät für einen Computer
Lochstreifenstanzer	tape puncher	Peripheres Ausgabegerät für einen Computer
logic analyzer	Logikanalysator	Vielkanaliges, sehr komplexes Prüfgerät für Hard- und Software
Logik	logic	Bezeichnung für digitale Schaltungen, die Operationen nach der Booleschen Algebra ausführen
Logik-Tester		Im Gegensatz zum Analysator einfaches Testgerät in Stiftform zum Anzeigen von Logikpegeln
loop	Programmschleife	Programmteil, der bei Ablauf mehrfach durchlaufen wird
low level	Niedrig-Pegel	Niedriger Spannungspegel, entspricht bei positiver Logik der logischen "0"



**M**

Stichwort	Übersetzung	Erläuterung
Low-Power-Schottky-TTL		Logikbaustein-Familie. Weiterentwicklung der Standard-TTL-Technik
LSI ( <u>L</u> arge <u>S</u> cale <u>I</u> ntegration)		Hoher Integrationsgrad bei Bausteinen mit komplexen Funktionen
Magnetaufzeichnung		Verfahren zum Speichern und Auslesen von Informationen mittels eines Schreib-/Lesekopfes auf Magnetschichten, z.B. Magnetband, -platte, -scheibe, -streifen, etc.
machine language	Maschinensprache	Befehle in Form von Bit-Mustern, die der Computer decodieren und ausführen kann. Zum Lesen durch den Menschen werden diese Bit-Muster meist hexadezimal dargestellt. Programme aus anderen Sprachen werden vor Ablauf im Computer übersetzt
machine programm	Maschinenprogramm	Programm, das in die Maschinensprache übersetzt wurde
macro-instruction	Makrobefehl	Zusammenfassung von mehreren Mikrobefehlen
Magnetband	tape	Externes Massenspeichermedium
Magnetbandkassette	cartridge	Externes Speichermedium. Preiswert, deshalb häufig bei Mikrocomputern eingesetzt
Magnetkarten		Einfaches externes Speichermedium, das häufig auf Kundenkarten, Firmenausweisen, Kreditkarten, etc. in Streifenform eingesetzt wird
Makro		Folge von Befehlen, die zusammengefaßt und mit Namen versehen wird. Bei Aufruf des Namens im Programm wird beim Assemblieren die Befehlsfolge eingefügt.
Maschinencode, Maschinensprache	object code, machine language	siehe machine language
mask	Maske	Binäres Wort, mit dem einzelne Bits eines anderen Wortes gezielt ausgeblendet werden können



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
Maskenprogrammierung	mask programming	Methode zum Einschreiben von Information in ein ROM mit Hilfe kundenspezifisch angefertigter Masken
Maskierung		siehe mask
mass storage	Massenspeicher	Speicher für sehr große Datenmengen, meist extern
Mehrwortbefehl		Befehl, bei dem die erforderliche Zahl von Bits größer ist als die Wortlänge des Computers. Die Codierung des gesamten Befehls erfolgt dann in zwei oder drei Worten.
memory	Speicher	Sammelbegriff für verschiedene Medien zur Aufbewahrung von Informationen
MC		Häufig verwendete Abkürzung für Mikrocomputer
microcomputer	Mikrocomputer	Computer mit Mikroprozessor als Zentraleinheit und angeschlossenen Speicher und E/A-Bausteinen
micro instruction	Mikrobefehl	Bestandteil eines Befehls im Maschinencode, der sich aus einer Folge von Mikrobefehlen zusammensetzt. Mikrobefehle sind z.B. Befehl decodieren, Operanden holen, etc.
microprocessor	Mikroprozessor	Meist auf einem Chip aufgebaute Zentraleinheit. Wesentliche Bestandteile sind das Steuerwerk und die Recheneinheit
microprogram	Mikroprogramm	Folge von Mikrobefehlen, die einen Maschinenbefehl bilden
Minicomputer		Im Gegensatz zum Mikrocomputer bereits komfortabler ausgebauter System mit benutzerfreundlicher Peripherie
Mnemonischer Code	mnemonic code	Code, aus dessen Abkürzungen man eine Gedächtnisstütze für die Funktion des Befehls erhält. Z.B. ADD (für Addiere) ist leichter zu merken, als der zugehörige Hex- oder Binärcode





Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
modem (MOdulator/ DEModulator)	Modem	Kombinierter Modulator und De- modulator für die Datenüber- tragung
monitor	Monitor	Kleines "Betriebssystem" für Mikrocomputer, die häufig ü- ber Hex-Tastatur und 7-Seg- ment-Anzeige bedient werden
MOS Herstellung (Metal Oxide Semi- conductor)		Technologie zur Herstellung kom- plexer Halbleiterschaltungen. Ty- pische Merkmale: Geringe Leistungs- aufnahme, großer Störabstand, mittl. Geschwindigkeit
most significant bit (MSB)		In einem Wort das Bit mit der höchsten Stellenwertigkeit
MPU (Micro Processor Unit)		Mikroprozessor
MSI (Medium Scale Integration)		Mittlerer Integrierungsgrad (z.B. TTL-Bausteine)
multibyte instruction	Mehrwort-Befehl	siehe Mehrwortbefehl
multiplex	Multiplex	Zeitliche Verschachtelung von mehreren Datenkanälen auf we- niger oder nur einen Kanal. Das Gegenteil dazu ist das zeitliche Entschachteln am En- de des Datenkanals, >demulti- plexen
multiprocessing		Computersystem mit mehreren Zen- traleinheiten
<b>N</b> NC		Programmsteuerung von Werkzeug- maschinen
nesting	Verschachtelung	Verschachtelung von Interrupts
niederwertiges Bit	LSB (Least signi- ficant bit)	Das in einem Wort ganz rechts in der niederwertigsten Stelle stehende Bit
non-volatile memory		Nichtflüchtiger Speicher
n-Kanal-MOS		MOS-Technologie für mittlere Schaltgeschwindigkeiten
Null	Zero	Logischer Zustand



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
Null-Kennzeichen	zero flag	Kennzeichen-Bit, welches gesetzt wird, wenn das Ergebnis der vorhergehenden Operation Null ist
<b>O</b> object code	Maschinencode	siehe dort
object program	Maschinenprogramm	Programm im Maschinen-Code (Objektcode), der nach dem Übersetzen vorliegt
odd parity	ungerade Parität	Ungerade Anzahl von "1" in einem Datenwort oder Byte
off-line		Betriebsart, bei der die Peripheriegeräte für den Datenaustausch nicht unmittelbar am Computer angeschlossen sind
on-line		Form des Datenaustausches bei dem die Ein-/Ausgabegeräte direkt am Computer angeschlossen sind
operand	Operand	Wert, mit dem eine Operation durchgeführt wird
Operation	Betrieb	Ausführung eines Befehls oder Programms
Operationsteil	operation code	Teil des Befehls, der die auszuführende Funktion enthält
Organisation		Hier ist der Aufbau eines Halbleiterspeichers in Matrizenform, z.B. 1k x 8 gemeint, D.h. 1k Speichertiefe und 8 Bit Wortbreite
overflow	Überlauf, Übertrag	Überschreitung von Bereichsgrenzen oder Fassungsvermögen, z.B. Speicher, oder Übertrag in die nächst höhere Stelle bei einer Addition
<b>P</b> packen	pack	Darstellung von zwei Dezimalziffern in einem Byte nennt man die gepackte Form
paging	Seitenaufteilung	Aufteilung des Speichers in "Seiten"



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
parity bit	Paritätsbit	Zusätzliches Bit, welches für Fehlerkontrollen bei der Übertragung von Daten verwendet wird
peripheral device	Peripheriegerät	Alle Speicher- und Ein-/Ausgabegeräte, die nicht zur Zentraleinheit gehören, auf die diese aber zugreift
periphere Speicher	peripheral storage device	An den Computer angeschlossene Geräte zur Datenspeicherung
PIA (Peripheral Interface Adapter)		Ein-/Ausgabebaustein für Mikroprozessoren
Pin-kompatibel		Anschlußidentische Pin-Belegung bei Steckern oder Bausteinen
Plausibilitätskontrolle		Wahrheitsprüfung auf Grund logischer Voraussetzungen
PL/1 (Programming Language 1)		Universelle höhere Programmiersprache
PL/M (Programming Language for Microcomputer)		Programmiersprache für Microcomputer ähnlich PL/1 und PL/I
pointer	Zeiger	Speicherplatz oder Register Ablage von Adressen
polling		Kontrolle von peripheren Eingabegeräten durch zyklisches Abfragen
pop		Auslesen von Informationen aus dem Stapelspeicher
port	Kanal	Ein-/Ausgabewege im Computersystem
priority	Priorität	Rangfolge, die einen Ablauf bestimmt
priority encoder		Schaltung, welche die Rangfolge konkurrierender Geräte festlegt
program	Programm	Folge von Befehlen zur Lösung einer Problemstellung



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
program counter	Programmschritt- zähler	Register in der Zentraleinheit, welches die Adresse des nächsten Befehls enthält
Programmablaufplan	program flow-chart	siehe Datenflußplan
Programmiersprache	programming language	Künstliche Sprachen für die Programmierung von Computern mit fester Befehlsmenge
PROM ( <u>P</u> rogrammable <u>R</u> OM)		Programmierbarer Festwertspeicher
pseudo instruction	Pseudobefehl	Anweisung an den Assembler, die zwischen Befehlen stehen kann, und nicht mit übersetzt wird
Puffer	buffer	siehe buffer
punch	Stanzer	Periphere Ausgabeeinheit als Lochstreifen oder -karten
push		Ablegen von Informationen in dem Stapelspeicher
<b>Q</b> Quellcode	source code	Vom Programmierer erstellte Programmversion aus der der Maschinencode erzeugt wird
Quittungsbetrieb	handshaking	siehe handshaking
<b>R</b> RAM ( <u>R</u> andom <u>A</u> ccess <u>M</u> emory)		Speicher, der beschrieben und gelesen werden kann
random access	wahlfreier Zugriff	Möglichkeit, jede Speicherstelle direkt anzusprechen zu können
reader	Leser	Externe Leseinheit (z.B. Lochstreifen oder -karten)
real-time	Echtzeit	Echtzeitverarbeitung, bei der der Computer unmittelbar Einfluß auf einen Prozess nimmt
Rechenwerk	ALU	Einheit in der Zentraleinheit, welche die logischen und arithmetischen Operationen ausführt
Redundanz	redundancy	Teile von Nachrichten, die nicht zur Information beitragen, sondern meist zur Informationssicherung bei der Übertragung verwendet werden

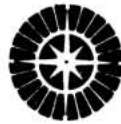


Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
refresh	auffrischen	Zyklischer Auffrischvorgang zum Ausgleich von Ladungsverlusten bei dynamischen RAM-Speicherbausteinen
register	Register	Schneller Arbeitsspeicher in der Zentraleinheit
register-register instruction	Register-Register-Instruktion	Befehl, bei dem der Operand aus einem Register geholt und das Ergebnis wieder in ein Register gebracht wird
relative adressing	relative Adressierung	Adressierungsart, bei der der Ort einer Adresse (die des Operanden) und nicht die Adresse des Operanden direkt angegeben wird
relocatable	verschiebbar	Nicht an eine feste Adresse gebunden
relocating loader	Lader für verschiebbare Programme	Lader, der ein verschiebbares Programm in einen beliebigen Speicherbereich bringt und startet
reset	Rücksetzen	Ablauf, der ein System oder Baustein in den Ausgangszustand versetzt
restart	neuerlicher Start	Start nach einer Störung oder gewollten Unterbrechung
return address	Rückkehradresse	Rücksprungadresse, die am Ende eines Unterprogramms angesprungen wird
ROM ( <u>R</u> ead <u>O</u> nly <u>M</u> emory)		Festwertspeicher, der nur gelesen werden kann. Wird beim Hersteller nach Kundenwunsch maskenprogrammiert
rotieren	rotate	Zyklisches Verschieben eines Wortes in einem Register
routine		Verkürzte Schreibweise für engl. subroutine, bedeutet Unterprogramm
RZ		Häufig verwendete Abkürzung für Rechenzentrum



# S

Stichwort	Übersetzung	Erläuterung
Schnittstelle	interface	siehe interface
Schreib-Lese-Speicher	read/write-memory	Speicher, dessen Inhalt vom Computer verändert werden kann, siehe RAM
second source 2nd source	Zweitlieferant	Lieferant, der ein funktions- und pin-kompatibles Bauelement zu einem vergleichbaren bereits vorhandenen Bauelement liefern kann
sequentiell		aufeinanderfolgend
sequential access	sequentieller Zugriff	Zugriff zu, z.B. auf Band gespeicherter Daten erfolgt nacheinander
shift	Verschiebung	Verschiebung von Bits in einem Operanden beim Schiebefehl
sign	Vorzeichen	Vorzeichen einer Zahl +/-
simulation	Simulation	Modellbildung eines Problems auf einem anderen System
slice	Scheibe	1. Halbleiterscheibe aus denen integrierte Bausteine gefertigt werden. 2. Schnelle Prozessorelemente, die zu einem bipolaren Mikroprozessor zusammengefügt werden können
software	Software	Zusammenfassender Begriff für Programme gleich welcher Art
source program	Quellprogramm	siehe Quellprogramm
Speicher	storage	Medium zum Aufbewahren von Daten. Wesentliche Merkmale sind Speicherkapazität und die Zugriffszeit, siehe memory
Speicherorganisation		siehe Organisation
SSI (small Scale Integration)		Niedriger Integrierungsgrad
stack	Stapelspeicher Kellerspeicher	Speicherbereich außerhalb der Zentraleinheit aus dem die Informationen in umgekehrter Reihenfolge ausgelesen werden, wie sie eingeschrieben wurden (siehe LIFO)

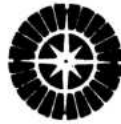


Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
stack pointer	Stapelzeiger	Register, welches die Adresse enthält, die auf den stack zeigt
statement	Befehl	Anweisung an den Computer
statischer Speicher- baustein	static memory	Speicherbaustein, der seine Information bei angelegter Versorgungsspannung ohne zusätzliche Maßnahmen behält, siehe dynamisches RAM
status	Zustand	Zustand des Mikroprozessors, der im Statuswort-Register abgelegt wird (flag register)
Steuerwerk	control unit	siehe control unit
storage	Speicher	siehe Speicher, memory
subroutine	Unterprogramm	Programmteil, der bei Durchlaufen des Hauptprogramms mehrfach ausgeführt wird, aber nur einmal vorhanden ist
symbolic address	symbolische Adresse	Frei gewählte Bezeichnung, die bei der Übersetzung des Quellprogramms in eine Adresse umgewandelt wird
synchron	synchron	Taktgesteuert, mit festem Zeitraster arbeitend
System	system	Zusammenfassung aller Hard- und Softwarekomponenten eines Computers
Systemsoftware		Jede Software, die zum Betriebssystem gehört, z.B. Lader, Editor, Dateiorganisation, Ein-/Ausgaberroutinen
<b>T</b> Takt	clock	siehe clock
tape	Band	Externes Speichermedium, z.B. Lochstreifen oder Magnetband
Tastatur	keyboard	Alphanumerisches Eingabemedium
terminal	Datenstation Terminal	Peripheriegerät, das einen Bildschirm und eine Tastatur beinhaltet



Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
throughput	Durchsatz	siehe Durchsatz
time sharing system	Teilnehmer-System	System, bei dem mehrere Anwender gleichzeitig on-line am Computer angeschlossen sind
tri-state-gatter		Digitale Schaltung, deren Anschlüsse hochohmig geschaltet werden können. Entspricht drittem Zustand neben high und low
TTL ( <u>T</u> ransistor <u>L</u> ogic)		Digitale Standardbausteinserie in gesättigter Betriebsart und 5 V-Versorgungsspannung. Inzwischen gibt es Weiterentwicklungen, z.B. LS- und ALS-Versionen
TTY ( <u>T</u> ele <u>T</u> ypewriter)		Fernschreiber als Ein-/Ausgabegerät
two's-complement	Zweierkomplement	Wird aus dem Einer-Komplement durch Addition von 1 gebildet
<b>U</b> UART ( <u>U</u> niversal <u>A</u> syn- <u>c</u> hronous <u>R</u> eceiver/ <u>T</u> ransmitter)		Universeller Ein-/Ausgabebaustein für serielle Datenübertragung
Überlauf		siehe overflow
Übersetzer		siehe compiler
unconditional jump	unbedingter Sprung	Sprung an eine Adresse, der nicht aus einer Bedingung abgeleitet wird
Unterbrechung		siehe interrupt
Unterprogramm	subroutine	siehe subroutine
USART ( <u>U</u> niversal <u>S</u> yn- <u>c</u> hronous/ <u>A</u> synchronous <u>R</u> eceiver/ <u>T</u> ransmitter)		Universeller Ein-/Ausgabebaustein für serielle Datenübertragung, der sowohl synchron wie asynchron arbeiten kann
user program	Anwenderprogramm	siehe Anwenderprogramm
utility program	Dienstprogramm	Hilfsprogramm, das den Umgang mit dem Computer vereinfacht. Kann, muß aber nicht, ein Systemprogramm sein





	Stichwort	Über- setzung	Erläuterung
<b>V</b>	vector interrupt	gerichtete Unterbrechung	Unterbrechungsmöglichkeit, die jedem anfordernden Gerät eine eigene Interrupt-Service-Routine zur Verfügung stellt
	VLSI ( <u>V</u> ery <u>L</u> arge <u>S</u> cale <u>I</u> ntegration)		Sehr großer Integrierungsgrad bis hunderttausend Transistorfunktionen und mehr auf einem chip
<b>W</b>	volatile	flüchtig	siehe flüchtig
	wahlfreier Zugriff	random access	siehe random access
	word length word size	Wortlänge	Zahl der Bits, die eine Zentraleinheit in einem Wort gleichzeitig verarbeiten kann. Sie bestimmt auch die Breite der Speicherzellen
<b>Z</b>	Zentraleinheit	CPU	siehe CPU
	Zeichen		Element aus der Menge des Zeichenvorrates eines Codes
	Zeiger	pointer	siehe pointer
	Zugriff	access	siehe access
	Zugriffszeit	access time	Zeit, die zwischen dem Anlegen der Adresse und der Verfügbarkeit des Datenwortes vergeht
	Zyklus	cycle	Zeitintervall eines Taktes



<p>7. Hausaufgaben zum Lehrbrief Nr. 1</p> <p>Name:</p> <p>Anschrift:</p> <p>Teiln.-Nr.:</p>	<p>Korrektur-Rand</p> <p>Nicht beschreiben</p>
<p>1. Schreiben Sie die Ziffernfolge auf, die zu dem Zahlensystem mit der Basis <math>B = 7</math> gehört.</p> <p>Welche Wertigkeit hat die erste Stelle in diesem System?</p>          <p>2. Welche Stelle gehört zu der Wertigkeit 128 im dualen Zahlensystem?</p>          <p>3. Wie findet man die größte Ziffer in einem Zahlensystem?</p>          <p>4. Wann ergibt sich in einer Stelle ein Übertrag?</p>          <p>5. Nennen Sie 3 Merkmale des dualen Zahlensystems.</p>	



	Korrektur-Rand Nicht beschreiben				
<p>6. Führen Sie folgende Additionen bzw. Subtraktionen aus:</p> <table><tr><td><math display="block">\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 \\ +\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}</math></td><td><math display="block">\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ -1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ \hline \end{array}</math></td></tr><tr><td><math display="block">\begin{array}{r} 1\ 1\ 1\ 1 \\ +1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}</math></td><td><math display="block">\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1 \\ -1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}</math></td></tr></table>	$\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 \\ +\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ -1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1\ 1 \\ +1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1 \\ -1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$	
$\begin{array}{r} 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 1 \\ +\ 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ -1\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ \hline \end{array}$				
$\begin{array}{r} 1\ 1\ 1\ 1 \\ +1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$	$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 1 \\ -1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ \hline \end{array}$				
<p>7. Auf welche zwei Arten läßt sich die Zahl <math>4712_{\text{Dez}}</math> dual codieren?</p>					
<p>8. Was ist ein Code?</p>					
<p>9. In welche beiden Gruppen läßt sich die Software teilen und welche Merkmale sind beiden Gruppen zu eigen?</p>					
<p>10. Welche Funktionseinheiten beinhaltet ein Computersystem?</p>					



	Korrektur-Rand Nicht beschreiben
11. Nennen Sie Unterscheidungsmerkmale für Speicherbausteine.	
12. Was ist ein Interface?	
13. Wovon ist die Leitungszahl des Datenbusses abhängig?	
14. In welcher Form müssen Befehle und Daten zur Verfügung stehen, damit sie in einem Computer verarbeitet werden können?	
15. Was beschreibt der von-Neumann-Zyklus?	
Zensierung: Lehrgangsleiter:	



## 8. Lösungen zu den Kontrollaufgaben in dieser Lektion

Aufgabe 1: Die Ziffernfolge in einem Zahlensystem mit der Basis  $B = 5$  lautet

0 1 2 3 4

Aufgabe 2: Die Wertigkeit 16 gehört zur 5. Stelle

$$2^{5-1} = 2^4 = 2 \cdot 2 \cdot 2 \cdot 2 = 16$$

Aufgabe 3: Für die Basis 8 lautet die Ziffernfolge

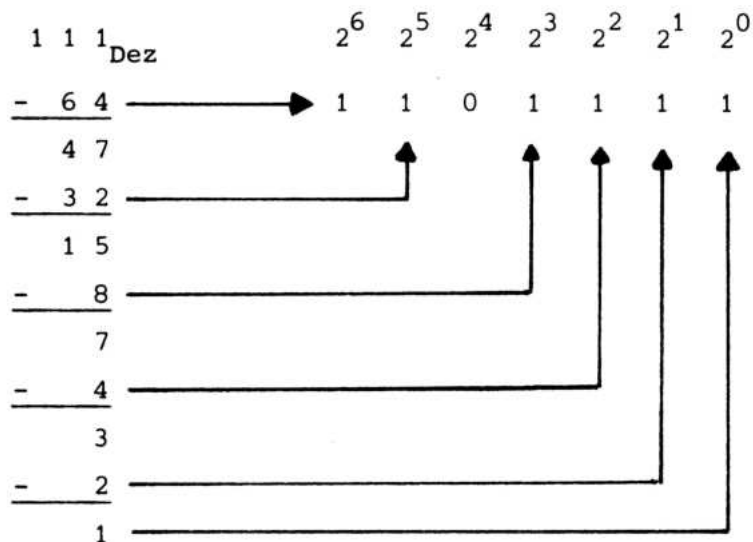
0 1 2 3 4 5 6 7 , für die Basis 2 0 1

Aufgabe 4:

$$1\ 1\ 1\ 1_{\text{Dual}} = 1 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 1 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ 8 + 4 + 2 + 1 = 15_{\text{Dez}}$$

$$1\ 0\ 1\ 0\ 1_{\text{Dual}} = 1 \times 2^4 + 0 \times 2^3 + 1 \times 2^2 + 0 \times 2^1 + 1 \times 2^0 = \\ 16 + 0 + 4 + 0 + 1 = 21_{\text{Dez}}$$

Aufgabe 5:



Die der Dezimalzahl 1 1 1 entsprechende Dualzahl ist 1 1 0 1 1 1 1.



Aufgabe 6:

401 <sub>Dez</sub>	: 2 =	200	Rest 1
200	: 2 =	100	0
100	: 2 =	50	0
50	: 2 =	25	0
25	: 2 =	12	1
12	: 2 =	6	0
6	: 2 =	3	0
3	: 2 =	1	1
1	: 2 =	0	1

Die gesuchte Dualzahl findet man durch Lesen der Reste von unten nach oben

$$401_{\text{Dez}} = 1\ 1\ 0\ 0\ 1\ 0\ 0\ 0\ 1_{\text{Dual}}$$

Aufgabe 7:

Dezimal	Dual
0	0
1	1
2	10
3	11
4	100
5	101
6	110
7	111
8	1000
9	1001
10	1010
11	1011
12	1100
13	1101
14	1110
15	1111
16	10000
17	10001
18	10010
19	10011
20	10100
21	10101
22	10110
23	10111
24	11000
25	11001
26	11010
27	11011
28	11100
29	11101
30	11110
31	11111
32	100000



**Aufgabe 8:** Das oktale Zahlensystem bezieht sich auf die Basis  $B = 8$ .

Die größte Ziffer ist  $B-1 = 8-1 = 7$

Es gibt 8 Ziffern.

Wertigkeit =  $B^{\text{Stelle}-1} =$

$$8^{4-1} = 8^3 = 8 \cdot 8 \cdot 8 \\ = 512$$

**Aufgabe 9:**

Lampe 3	Lampe 2	Lampe 1	Zustand
aus	aus	aus	1
aus	aus	ein	2
aus	ein	aus	3
aus	ein	ein	4
ein	aus	aus	5
ein	aus	ein	6
ein	ein	aus	7
ein	ein	ein	8

**Aufgabe 10:**

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 0\ 0\ 1 \\ +\quad 1\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 1\ 0\ 0\ 0 \\ 17 \\ +\ 7 \\ \hline 24 \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 1\ 0\ 1\ 0\ 1 \\ +\quad 1\ 0\ 1\ 1 \\ \hline 1\ 0\ 0\ 0\ 0\ 0 \\ 21 \\ +11 \\ \hline 32 \end{array}$$

Dual

Dezimal

**Aufgabe 11:**

$$\begin{array}{r} 23\ 487 \\ -00\ 198 \\ \hline \end{array}$$

$$\begin{array}{r} 23\ 487 \\ +99\ 802 \\ \hline \end{array}$$

$$123\ 289$$

positives  
Ergebnis

$$23\ 289$$

$$\begin{array}{r} 7\ 95 \\ -7\ 95 \\ \hline \end{array}$$

$$795$$

$$+205$$

$$1000$$

positives  
Ergebnis

$$0$$

$$\begin{array}{r} 2\ 314 \\ -46\ 780 \\ \hline \end{array}$$

$$2\ 314$$

$$+53\ 220$$

$$55\ 534$$

kein Übertrag,  
Ergebnis komplementieren

Das negative Ergebnis ist  
-44 466



Aufgabe 12:

```
1 0 0 0 1
-0 0 1 0 1
-----
1 0 0 0 1
1 1 0 1 0
+       1
-----
10 1 1 0 0
Positives Ergebnis
1 1 0 0
```

```
1 0 1
-1 0 0 0 1
-----
1 0 1
0 1 1 1 0
+       1
-----
1 0 1 0 0
kein Übertrag, also Ergebnis komplementieren
0 1 0 1 1
+       1
-----
1 1 0 0
negatives Ergebnis lautet
-1 1 0 0
```

Entschlüsselung des Codes von Seite (1)-20:

In der ASCII-Tabelle finden Sie den Buchstaben und Zeichen entsprechende Dezimalwerte. Die auf Seite 20 codierte Information enthält diese Dezimalwerte. Wenn Sie für die angegebenen Dezimalwerte die Buchstaben hinschreiben, muß folgender Text herauskommen:

LIEBER KURSTEILNEHMER  
SIE LERNEN GERADE ETWAS  
UEBER CODES

Für die ersten Übungen mit dem Micromaster:

Dateninhalte, die unter den Adressen 0 0 0 0 H bis 0 0 0 F H des Monitorprogramms stehen.

Adresse	Dateninhalt
0 0 0 0	3E
0 0 0 1	C0
0 0 0 2	C3
0 0 0 3	62
0 0 0 4	00
0 0 0 5	FF
0 0 0 6	FF
0 0 0 7	FF
0 0 0 8	C3
0 0 0 9	08
0 0 0 A	08
0 0 0 B	FF
0 0 0 C	FF
0 0 0 D	FF
0 0 0 E	FF
0 0 0 F	FF