

# HARDWARE-PRAKTIKUM

Allgemeine Richtlinien

Fachbereich Informatik

Universität Kaiserslautern

# Allgemeine Richtlinien

## **0 Allgemeines**

Das Hardwarepraktikum für Informatiker soll die in den Vorlesungen „Elektrotechnische Grundlagen der Informatik“, „Digitale Logik“ und „Rechnerorganisation“ erworbenen Kenntnisse vertiefen und mit den Problemen der Praxis vertraut machen. Gleichzeitig soll die oft vorhandene Scheu vor der Hardware überwunden werden.

## **1 Organisation und Arbeitszeit**

Es werden folgende Versuche durchgeführt:

- L-1. Schaltnetze
- L-2. Fehlersuche in digitalen Schaltungen
- L-3. Synchrone Schaltwerke
- L-4. Komplexe Schaltwerke
- T-1. Kontaktlogik
- T-2. Transistoren als Schalter
- T-3. Ausmessen von Gattern und Busverbindungen
- T-4. Operationsverstärker
- C-1. Einfache Schaltnetze
- C-2. und Schaltwerke
- C-3.
- C-4. Rechnerorganisation
- C-5.
- C-6.

Für jeden L- und T-Versuch steht ein Versuchstermin zur Verfügung, die C-Versuche werden fortlaufend an vier Terminen bearbeitet. Zur Durchführung werden Gruppen aus 2 Teilnehmern für die Dauer des ganzen Semesters gebildet.

Teilnehmern, die entschuldigt (z. B. wegen Krankheit) bei Versuchen gefehlt haben, kann in Grenzen Gelegenheit zum Nachholen gegeben werden. Die Nachholtermine werden nach Rücksprache mit dem betreuenden Assistenten festgelegt.

## 2 Zuordnung von Teilnehmer-Gruppen, Arbeitsplätzen und Terminen

Jeder Teilnehmergruppe wird eine Nummer zugeteilt, die aus einem Buchstaben und einer Zahl von 1 bis 30 besteht (z.B. B17). Der Buchstabe unterscheidet die einzelnen Teiltermine (genannt 'Schichten') innerhalb eines Versuchstermins, der üblicherweise eine Woche umfaßt. Aus gerätetechnischen Gründen können nicht alle Versuche an allen Arbeitsplätzen durchgeführt werden, die Plätze müssen also im Ringtausch gewechselt werden. Es sind für jeden Versuchstyp (L, T, C) je 10 Arbeitsplätze vorhanden. Jede Arbeitsgruppe übt jeweils an den der Endziffer der Gruppennummer entsprechenden Plätzen, also z.B. Gruppe B17 an den Plätzen L-7, T-7 und C-7 und Gruppe A30 z.B. an den Plätzen L-10, T-10 und C-10.

Die Teilnehmergruppen führen die Versuchstypen in folgender Reihenfolge durch:

Gruppen:	Versuchsfolge:
01-10	L, T, C
11-20	T, C, L
21-30	C, L, T

Beispiele: Gruppe B07 beginnt mit Versuch L-1  
Gruppe A17 beginnt mit Versuch T-1

## 3 Durchführung des Praktikums

Jeder Versuch besteht aus einer Versuchsvorbereitung und einer Versuchsdurchführung. Die Vorbereitung schließt alle Arbeiten ein, die ohne Aufbau zu bewältigen sind. Dazu zählen insbesondere alle Berechnungen und Schaltungsentwürfe. Die Ausarbeitung über diesen Teil sollte bei den Versuchen T-1, 2, 3, 4 und L-2 bis zum Versuchsbeginn fertiggestellt sein. Bei Versuchen, die einen Schaltungsentwurf zum Inhalt haben (Versuche L-1, 3, 4 und C-1, 2, 3, 4, 5, 6), ist die fertige Ausarbeitung bis zu dem im Zeitplan angegebenen Termin zur Korrektur bei dem Betreuer abzugeben. Sie wird rechtzeitig vor dem Versuchsnachmittag zurückgegeben um Nachbesserungen zu ermöglichen.

Zur Beantwortung von Fragen zu den einzelnen Versuchen wird zu Beginn des Praktikums ein fester Termin vereinbart.

Während der Versuchsdurchführung werden die Teilnehmer abwechselnd einer mündlichen Prüfung durch den Betreuer unterzogen, bei der die Kenntnis der theoretischen Grundlagen nachzuweisen ist. Ungenügende Vorbereitung kann zu einem Ausschluß vom Versuch führen. Nach Ablauf der für die Versuchsdurchführung vorgesehenen Zeit ist bei den Versuchen T-1, 2, 3, 4 und L-2 die Ausarbeitung abzuliefern, gleichgültig, ob alle Messungen durchgeführt wurden oder nicht. Bei Schaltungsentwürfen ist die Funktionsbereitschaft der Schaltung dem betreuenden Assistenten zu zeigen.

Sind alle Versuche ordnungsgemäß durchgeführt worden, wird ein Schein erteilt.

## 4 Aufbautechnik

Der Aufbau der Versuche L und T geschieht auf sogenannten „Protoboards“, in die alle Bauelemente sowie die Verbindungsleitungen gesteckt werden. Bild 1 zeigt den Aufbau eines Protoboards und die Art der internen Verbindung der einzelnen Kontakte. Zur Verschaltung

dienen Drähte, die beidseitig auf etwa 1 cm abisoliert und in die Kontaktlöcher gesteckt werden. Verbogene Drahtenden sind zuvor mit der Flachzange gerade zu biegen. Die Buchsen für die Versorgungsspannungen ( rot und blau ) sind intern mit den Versorgungsleisten des Protoboards verbunden. Kleine rote Drahtbrücken kennzeichnen die Kontaktreihe mit +5 V. Lassen Sie diese Kennzeichnung immer im Protoboard stecken.

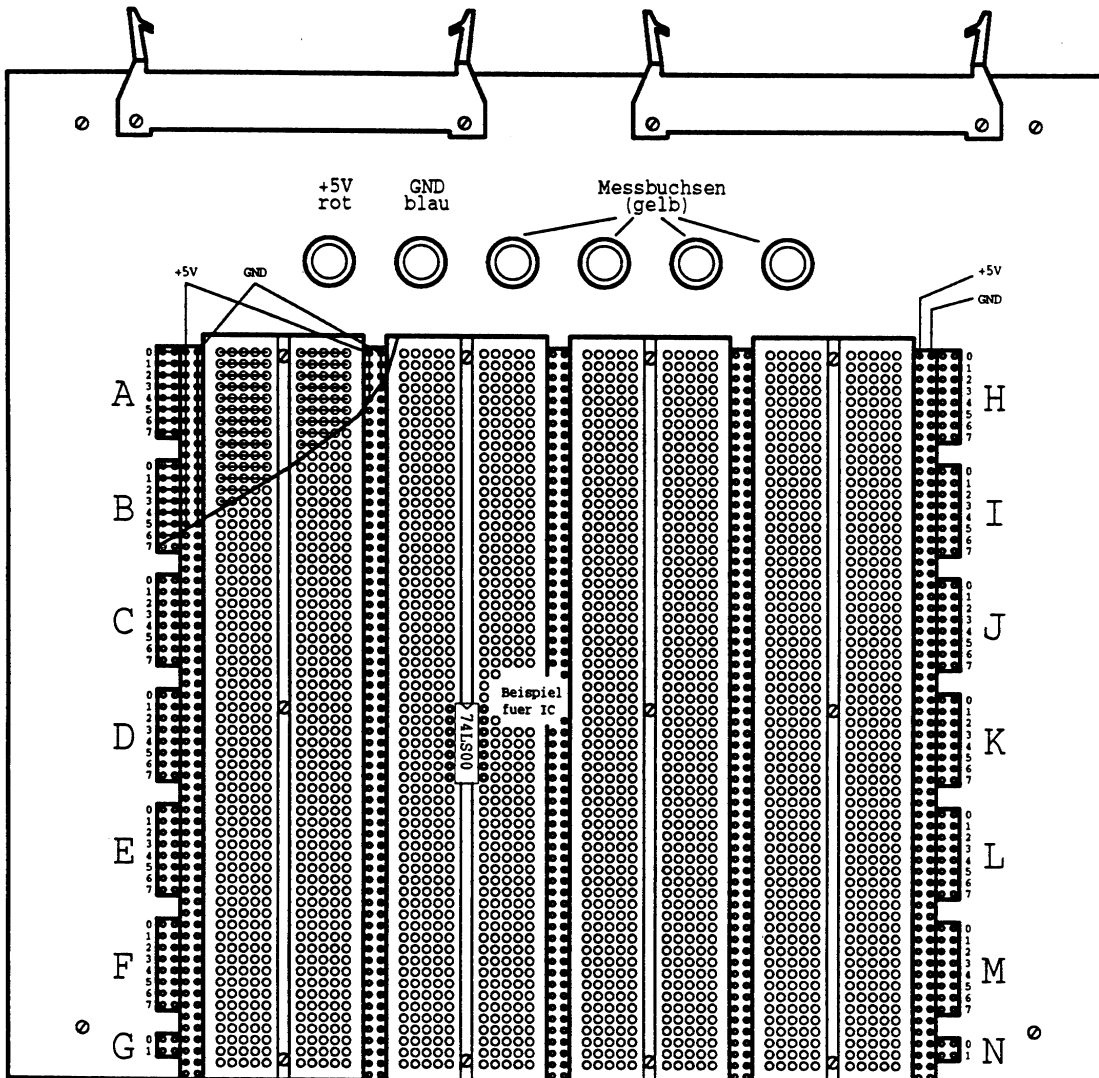


Abbildung 1: .Protoboard

Werden integrierte Schaltungen benutzt, so sollte Pin 1 zur einfacheren Fehlersuche immer links oben liegen. Achten Sie im eigenen Interesse auf Übersichtlichkeit beim Aufbau.

Integrierte Schaltungen werden normalerweise mit etwas gespreizten Anschlußpins geliefert. Sie müssen daher vor Einstecken ins Protoboard auf den erforderlichen Abstand zusammengedrückt werden, indem man sie mit der Breitseite auf eine glatte, feste Unterlage drückt. Verbogene Anschlüsse sind mit der Flachzange auszurichten. Das Entfernen der IC's geschieht mit Hilfe der Pinzette möglichst parallel zum Protoboard, um ein Verbiegen der Anschlüsse zu vermeiden.

Die Kontaktreihen rechts und links (mit Buchstaben von A bis N und Ziffern von 0 bis 7 gekennzeichnet) sind intern mit den in den einzelnen Versuchen verwendeten Geräten verbunden. Die Zuordnung der Signale zu den Kontakten ist im Anhang zu den Versuchen angegeben.

Bei allen TTL-Schaltungen ist das Fan Out der Ausgänge dieser Geräte immer 20, das Fan In der Eingänge immer 1.

Bitte prüfen Sie vor jedem Test sorgfältig Ihren Aufbau, um Zerstörungen der Bauelemente zu vermeiden. Schalten Sie erst danach die Versorgungsspannung ein. Verändern Sie die Schaltung in jedem Fall nur bei abgeschalteter Versorgungsspannung. Verhindern Sie, daß die Betriebsspannung von +5 V auf die Ausgänge der Chips gelangt.

Es wird um Ordnung und Sauberkeit am Arbeitsplatz gebeten. Nach Abschluß des Versuchs sind die Versuche abzubauen und die Bauteile in die Kästen einzusortieren. Nur die Stromversorgungsleitungen auf dem Protoboard bleiben gesteckt. Achten Sie darauf, daß alle Geräte ausgeschaltet sind. Dies gilt besonders für batteriebetriebene Meßgeräte, die Batterien sind teuer und schnell leer.

Die Versuche C werden mit Hilfe eines CAD-Systems nur auf dem Rechner durchgeführt. Dies soll in die heute übliche Arbeitsweise mit solchen Systemen einführen

## **5      Arbeitsmittel**

Ein T- bzw. L-Arbeitsplatz besteht aus folgenden Teilen:

1. Einschubkasten
2. Protoboard
3. 50-pol. Verbindungskabel
4. 2 Stromversorgungskabel
5. Logiktester
6. Bauteilesortiment
7. Telefonzange
8. Abisolierzange
9. Pinzette
10. div. Drähte

zusätzlich bei den T-Versuchen:

11. Oszilloskop mit 2 Tastköpfen
12. Zwei Multimeter mit Meßleitungen

sowie verschiedenen Einschüben zu jedem Versuch.

Alle benötigten Geräte, Einzelteile und Verbindungen werden vor Beginn eines Versuches bereitgestellt. Das Fehlen von Teilen sowie Schäden an Geräten sind dem zuständigen Assistenten sofort zu melden. Eigenmächtiges Beschaffen bzw. Entnehmen oder Verstellen von Teilen anderer Versuchsanordnungen ist ebenso wie das Öffnen von Geräten grundsätzlich untersagt.

## **6      Versuchsbeschreibungen**

### **6.1    Protokollierung eines Versuchs**

Zu jedem Versuch ist vorher eine Ausarbeitung anzufertigen und am Ende des Versuchs abzuliefern. Diese Ausarbeitung enthält folgende Teile:

- Aufgabenstellung und Versuchsanleitung (wird gegeben)
- Theorie zum Versuch, soweit gefordert (keine Folianten)
- Vollständige Berechnungsunterlagen
- Ausgefüllte Lösungsblätter (soweit vorhanden)
- Schaltpläne
- Tabellen (falls nötig)

Diese Ausarbeitungen werden in einem Hefter zusammengefaßt, der mit Ihrem Namen gekennzeichnet ist. Gute Ausarbeitungen sind für Sie ein Gewinn.

Bei unvollständiger Ausarbeitung - d.h. mangelhafter Vorbereitung - dürfen Sie den Versuch nicht durchführen.

## 6.2 Anfertigen des Schaltplans

Es ist zu allen Versuchen mit integrierten Bausteinen ein symbolischer Schaltplan anzufertigen und abzuliefern. Er enthält die Schaltung, die auf dem Protoboard realisiert werden soll.

Zu jedem Gatter oder jeder Gatterschaltung, die als Ganzes oder z. T. in einem IC realisiert ist, ist in dem Schaltplan die Nr. des IC einzutragen und bei den Anschlüssen die Nr. des Pins.

Beispiel:

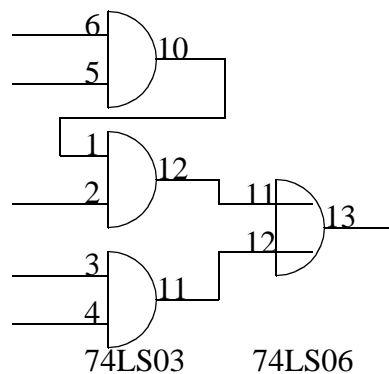


Abbildung 2: Symbolischer Schaltplan

## 7 Fragenkatalog zum Versuch

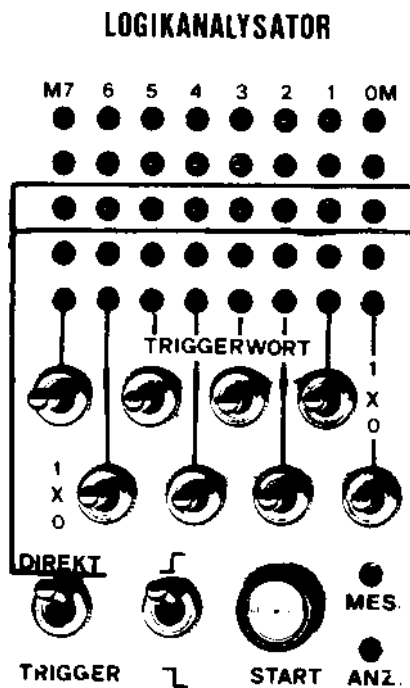
Jeder Versuchsanleitung, bei den C-Versuchen für alle gemeinsam, ist ein Katalog von Fragen beigeheftet. Diese Fragen sollen helfen, die Aufgabenstellung und die darin enthaltenen Probleme besser zu verstehen. Gleichzeitig dienen diese Fragen als Rahmenvorgabe für die Testate. Das heißt nicht, daß genau diese Fragen im Testat gestellt werden! Wenn Sie jedoch die Fragen des Katalogs hinreichend zügig beantworten können sollte Ihnen eine gute bis sehr gute Note sicher sein.

## 8 Übersicht über verwendeten Meßgeräte

### 8.1 Anzeigeeinheit (Logikanalysator)

In einigen Versuchen wird eine universelle Anzeigeeinheit zur Verfügung gestellt, die als statische Anzeige und als Logikanalysator verwendet werden kann. Die 8 Eingänge des Gerätes sind mit den Anschlußpins M0 bis M7 des Protoboards verbunden, der Takteingang mit N0.

Abbildung 3: Logikanalysatoreinschub



### 8.1.1 Statische Anzeige

Wird der Umschalter links unter in Stellung 'DIREKT' gebracht, wird das Gerät als statische Anzeigeeinheit benutzt. Dabei werden die augenblicklich an den 8 Eingängen anliegenden logischen Pegel direkt auf den 8 mittleren Leuchtdioden des Anzeigefeldes dargestellt. Es gilt:

- Diode leuchtet: log.'1'
- Diode dunkel: log.'0'

Jede Änderung am Eingang macht sich also sofort auf der Anzeige bemerkbar.

### 8.1.2 Logikanalysator

Wird der Umschalter in Stellung 'TRIGGER' gebracht, arbeitet das Gerät als Logikanalysator. Hierbei werden die an den Eingängen anliegenden Werte fortlaufend zu bestimmten Taktzeitpunkte in einen internen Speicher eingelesen. Die Taktzeitpunkte werden von außen vorgegeben

(Anschluß N0). Über einen Schalter kann festgelegt werden, ob die Übernahme bei der ansteigenden (/) oder abfallenden (\) Flanke dieses Taktes geschehen soll.

Beispiel 1:

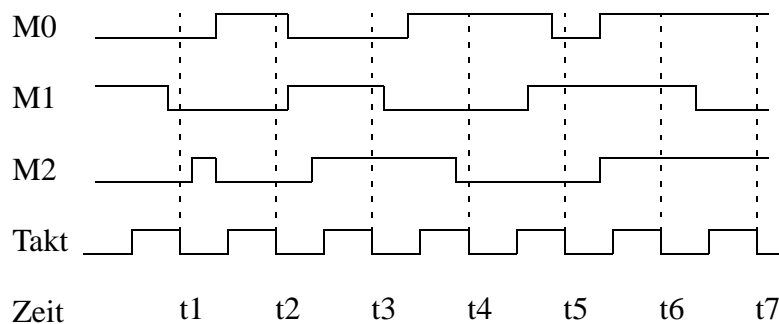


Abbildung 4: Timingdiagramm

Wird im Beispiel bei der abfallenden Flanke (Schalter auf '\'), eingelesen, so ergibt sich im Speicher folgendes Bitmuster:

M0	M1	M2	Zeitpunkt
0	0	0	t1
1	0	0	t2
0	1	1	t3
1	0	0	t4
0	1	0	t5
1	1	1	t6
1	0	1	t7

Festgehalten werden im Speicher jedoch nur die letzten 5 Worte, frühere Worte gehen verloren.

Wird nun eine sogenannte 'Triggerbedingung' erreicht, so wird das fortlaufende Einschreiben nach zwei weiteren Taktschritten gestoppt. Das Wort, das die Triggerbedingung ausgelöst hat, wird dann in der mittleren Reihe des Anzeigefeldes dargestellt, die beiden vorhergehenden bzw. nachfolgenden in den beiden obersten bzw. untersten Reihen.

Trigger:

Unter einem Trigger versteht man eine Zeitbedingung, unter der ein bestimmter Vorgang ausgelöst wird. Dies kann eine analoge (z.B. beim Oszilloskop) oder eine digitale (z.B. beim Logikanalysator) Bedingung sein.

Beim Oszilloskop läßt sich eine Triggerschwelle einstellen. Erreicht das Eingangssignal diese Schwelle, so wird der Darstellungsvorgang gestartet (d.h. der Elektronenstrahl beginnt von links nach rechts den Bildschirm zu durchlaufen).

Beispiel 2:

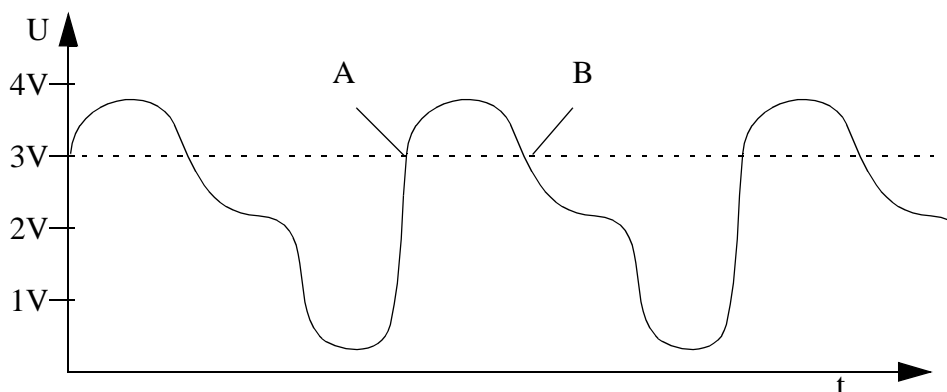
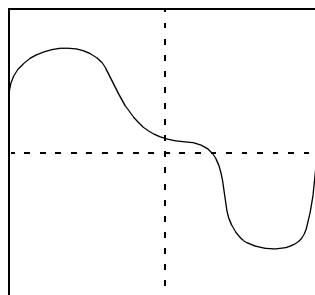


Abbildung 5: Analoges Eingangssignal

Wird die Triggerschwelle auf 3 V eingestellt, so ergibt sich folgendes Schirmbild:



Die einzelnen Kurventeile werden, jeweils beginnend bei Punkt A, übereinander auf den Bildschirm geschrieben. Damit nicht auch auf den Punkt B getriggert wird (der ja gleichen Pegel hat), läßt sich oft mit Hilfe eines Schalters einstellen, ob beim Durchlaufen der Schwelle in positiver ('+') oder in negativer Richtung ('-') getriggert werden soll. Im Beispiel wurde auf '+' getriggert.

Bei Logikanalysatoren wird mit Hilfe von Schaltern ein 'Triggerwort' eingestellt. Wird ein solcher Schalter auf '1' ('0') gestellt, so wird die Triggerbedingung ausgelöst, sobald der entsprechende Eingang '1' ('0') wird. Steht der Schalter auf 'X', so wird der entsprechende Eingang nicht beachtet. Ein Trigger wird jedoch nur ausgelöst, wenn **alle** Eingänge mit den Schalterstellungen übereinstimmen.

**Beispiel 3:**

Es soll wieder die Eingabefolge aus Beispiel 1 anliegen. Die Triggerschalter sollen folgende Stellungen haben:

Eingang	M0	M1	M2
Schalterstellung	X	1	1

(die übrigen 5 Kanäle werden hier nicht betrachtet)

Es soll also dann getriggert werden, wenn die Eingänge M1 und M2 auf '1' sind. M0 interessiert nicht. Diese Eingangsbelegung wird aber zur Zeit t3 zum ersten Mal erreicht. Es müssen also von dort an noch zwei Worte eingelesen werden (die auf t3 folgenden 2 Worte sollen ja auch noch dargestellt werden), dann wird angehalten und auf der Anzeige erscheint folgendes Bitmuster:

M2	M1	M0
0	0	0
1	0	0
0	1	1
1	0	0
0	1	0

Durch Drücken des 'START'-Knopfes kann eine neue Messung eingeleitet werden.

Die Leuchtdiode 'MES' leuchtet, solange kein Triggersignal erkannt wurde. Die Leuchtdiode 'ANZ' leuchtet auf, wenn alle internen Abläufe beendet sind, die Anzeige also stabil ist.

**8.2 Logiktester**

Der Logiktester ist ein nützliches Hilfsmittel zur Fehlersuche in digitalen Schaltungen. Er zeigt logische Pegel, Impulse und Übergänge einer Signalleitung mit Hilfe von Leuchtdioden an. Außerdem entdeckt er offene Eingänge und Signalpegel, die nicht mehr im definierten Toleranzbereich der logischen Signale liegen.

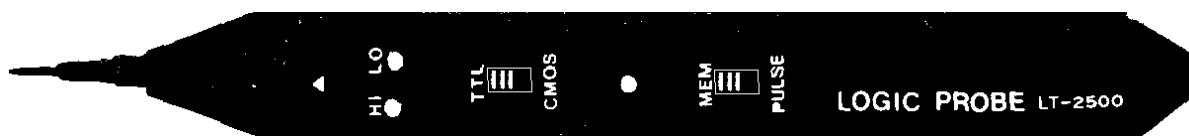


Abbildung 6: Logiktester

Der Logiktester wird mit den Klemmen an die Versorgungsspannung des Protoboards geklemmt (rote Klemme = 5 V, schwarze Klemme = Masse). Durch Berühren des Meßpunktes mit der Spitze des Testers kann der logische Pegel entsprechend den Schalterstellungen an den Leuchtdioden abgelesen werden.

Die Schalter und LED's haben folgende Bedeutung:

TTL/CMOS: Schaltkreisfamilie die untersucht werden soll

MEM/PULSE: MEM: Das Auftreten eines Impulses wird gespeichert und durch die gelbe 'PULSE'-LED angezeigt.

PULSE: Alle Veränderungen des Signalpegels werden durch kurzes Aufleuchten der gelben 'PULSE'-LED angezeigt.

HI (rot): Der Signalpegel ist logisch 1.

LO (grün): Der Signalpegel ist logisch 0.

(gelb): Anzeige gemäß MEM/PULSE-Schalterstellung.

**ACHTUNG:**

Lassen Sie NIE den Tester allein, ohne ihn festzuhalten, im Protoboard stecken. Dadurch kann das Board ausbrechen, Sie müssten es dann ersetzen!

### 8.3 Multimeter Philips PM 2503

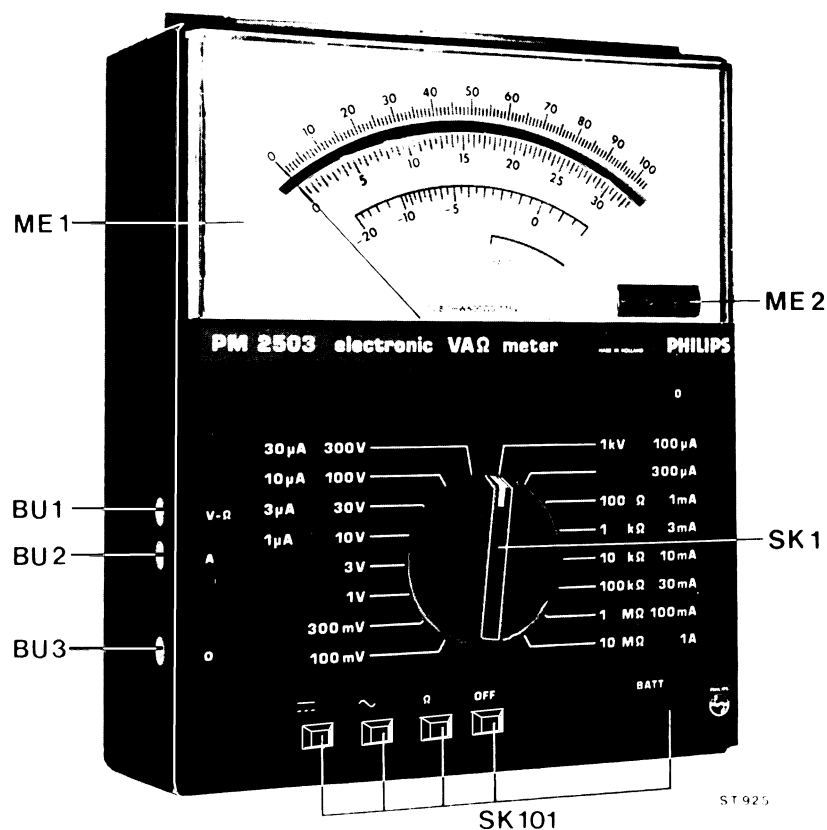


Abbildung 7: Analogmultimeter

## II. Technische Daten

Eigenschaften ausgedrückt in Zahlenwerten mit Angabe der Toleranzen werden von uns garantiert. Werte ohne Toleranzangabe beziehen sich auf ein Durchschnittsgerät und dienen nur zur Information.

### II-1. MESSBEREICHE

#### II-1.1. Gleich- und Wechselspannungen

Messbereich	5 mV ... 1000 V 9 Bereiche
Empfindlichkeit	100 mV ... 1000 V $\pm$ 2% 100 mV ... 300 V $\sim$ 10 Hz - 30 kHz $\pm$ 3% 300 V und 1000 V (Skalenendwert)
Fehlergrenze (Skalenendwert)	1000 V $\sim$ 30 kHz-50 kHz $\pm$ 5% 10 Hz - 100 Hz $\pm$ 3% 100 Hz - 10 kHz $\pm$ 10%
Eingangsimpedanz	100 mV 20 M $\Omega$ //30 pF 300 mV 12 M $\Omega$ //45 pF 1 V 10.5 M $\Omega$ //52 pF 3 V...1000 V 10 M $\Omega$ //55 pF
Überlastungsgrenze	Max. 2000 V (Alle Bereiche)
Prüfspannung bezogen auf Testplatte	3 kV $\sim$

#### II-1.2. Gleich- und Wechselströme


Messbereich	50 nA ... 1 A 12 Bereiche
	1 $\mu$ A; 3 $\mu$ A; 10 $\mu$ A; 30 $\mu$ A; 100 $\mu$ A; 300 $\mu$ A; 1 mA; 3 mA; 10 mA; 30 mA; 100 mA; en 1 A

Empfindlichkeit	50 nA
Fehlergrenze	1 $\mu$ A ... 1 A $\pm$ 2% 1 $\mu$ A ... 1 A $\sim$ $\pm$ 3%
Spannungsabfall	1 $\mu$ A ... 100 mA $\leq$ 100 mV 1 A ... $\leq$ 250 mV
Frequenzbereich	1 $\mu$ A ... 100 $\mu$ A 10 Hz - 70 Hz 300 $\mu$ A ... 30 mA 10 Hz - 30 kHz 100 mA ... 1 A 10 Hz - 2 kHz
Sicherung	Glasrohrsicherung 2 A

#### II-1.3. Widerstände

Messbereich	5 $\Omega$ ... 10 M $\Omega$ 6 Bereiche
Empfindlichkeit	100 $\Omega$ ; 1 k $\Omega$ ; 10 k $\Omega$ ; 100 k $\Omega$ ; 1 M $\Omega$ ; und 10 M $\Omega$
Fehlergrenze	5 $\Omega$ $\pm$ 3% (skalenendwert)
Messspannung (Skalenendwert)	100 mV in den Bereichen 100 $\Omega$ ; 10k $\Omega$ und 1 M $\Omega$ 1 V in den Bereichen 1 k $\Omega$ ; 100k $\Omega$ und 10M $\Omega$
Skaleneinteilung	Linear
Sicherung	Glasrohrsicherung 125 mA maximal zulässige Spannung 220 V

#### II-2. ALLGEMEIN

Temperaturbereich	0 - 55 $^{\circ}$ C
Metersystem	Spannband 50 $\mu$ A Polaritätsindikator 
Speisung	+ und - 9 V Batteriekontrolle möglich
Batterien	2 x 9 V (z.B. Philips 6 F 22 TR)
Lebensdauer der Batterien	1000 Stunden
Abmessungen	185 x 150 x 80 mm
Gewicht	ca. 800 gr.

## V. Messungen

### V-1. GLEICH- UND WECHSELSPANNUNGEN

- Taste " --- " oder " ~ " drücken
- Monoknopf auf den höchsten Messbereich stellen
- Die Messspannung an die Buchsen "V-Ω" und "0" anschliessen
- Richtigen Messbereich mit Hilfe des Monoknopfs wählen
- Polarität von Gleichspannungen (Buchse "V-Ω" in Bezug auf Buchse "0") siehe Indikator.

#### Anmerkung:

1. Mit Hochspannungsmesskopf PM 9246 lassen sich Gleichspannungen über 1 kV bis zu 30 kV messen.  
Der Impedanz-Schalter des PM 9246 soll auf den Bereich 10 MΩ gestellt werden.
2. Mit Zweifach-Abschwächer PM 9262 lassen sich Gleichspannungen mit HF Störung messen.

### V-2. GLEICH- UND WECHSELSTROEME

- Taste " --- " oder " ~ " drücken
- Monoknopf auf höchsten Bereich stellen
- Den zu messenden Strom an die Buchsen "A" und "0" anschliessen
- Mit Hilfe des Monoknopfs den richtigen Messbereich wählen
- Polarität von Gleichströmen (Buchse "A" in Bezug auf Buchse "0") siehe Indikator.

#### Anmerkung:

1. Mit Stromwandler PM 9245 lassen sich Wechselströme über 1 A bis zu 100 A messen.
2. Mit Nebenschluss PM 9244 lassen sich Gleichströme bis 10 A oder 31.6 A messen.

### V-3. WIDERSTAENDE

- Taste "Ω" drücken
- Zu messenden Widerstand an die Buchsen "V-Ω" und "0" anschliessen
- Mit Hilfe des Monoknopfs den richtigen Messbereich wählen

#### Anmerkung:

Es ist darauf zu achten dass Widerstände spannungslos gemessen werden.

### V-4. DIODENMESSUNGEN

- Knopf "Ω" drücken
- "1kΩ" Bereichwählen
- Die diode, gemäss nachstehender Tabelle, an die "V - Ω" und die "0" Buchse anschliessen

		V-Ω
Ge	0	0
Si	10 - 30	> 100
	60 - 90	> 100

### V-5. SICHERUNG

Die Schaltung ist gegen Spannungsüberlastung bis zu 2 kV gesichert. Die Strombereiche sind durch eine Glasrohrsicherung von 2 A gesichert. Die Widerstandsbereiche sind durch eine Glasrohrsicherung von 125 mA gesichert. Durch Entfernung des Batteriedeckels sind diese Sicherungen zugänglich. Hinter dem Batteriedeckel befinden sich Ersatzsicherungen (2 für jeden Wert).

### V-6. AUSSCHALTEN

Durch den roten Knopf "OFF" zu drücken wird das Gerät ausgeschaltet. Dadurch befinden sich auch alle übrigen Druckknöpfe in Ruhestand.

### 8.4 Digital-Multimeter DM 301

Das Digital-Multimeter DM 301 soll vor allem die wenig genaue Anzeige des Einschubs „Variable Spannung“ ersetzen. Verbinden Sie dazu das schwarze Kabel mit Masse und stecken Sie das rote Kabel in die zweite Leerbuchse oben am Protoboard, die Sie dann mit dem Ausgang der variablen Spannung verbinden.

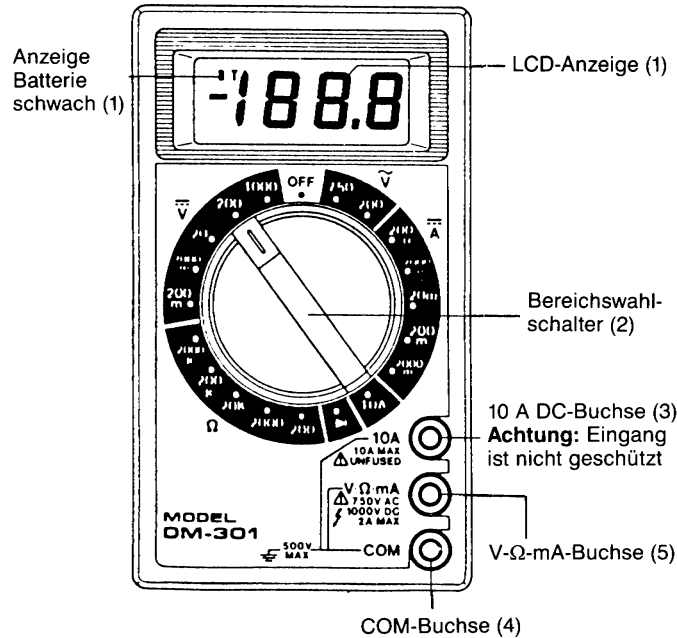


Abbildung 8: Digitalmultimeter

Wählen Sie mit Bereichswahlschalter einen geeigneten Meßbereich. Die Gleichspannungsbereiche sind mit V gekennzeichnet. Bedenken Sie beim Einstellen der Variablen Spannung, daß das DM 301 nur eine Genauigkeit von 0,7% +/- 2 Digits besitzt.

Verwenden Sie das DM 301 nicht für sonstige Messungen, es ist wesentlich weniger empfindlich und genau als das Philips-Multimeter.

#### Hinweise zur Handhabung:

Lassen Sie die beiden Anschlußkabel stets im Gerät stecken, legen Sie es auch mit den Kabeln in den Unterschub zurück. (Am besten auf der Seite liegend, Kabel unten, es paßt genau).

Schalten Sie das Gerät unbedingt aus bevor Sie es weglegen.

### 8.5 Oszilloskop Hameg HM 605

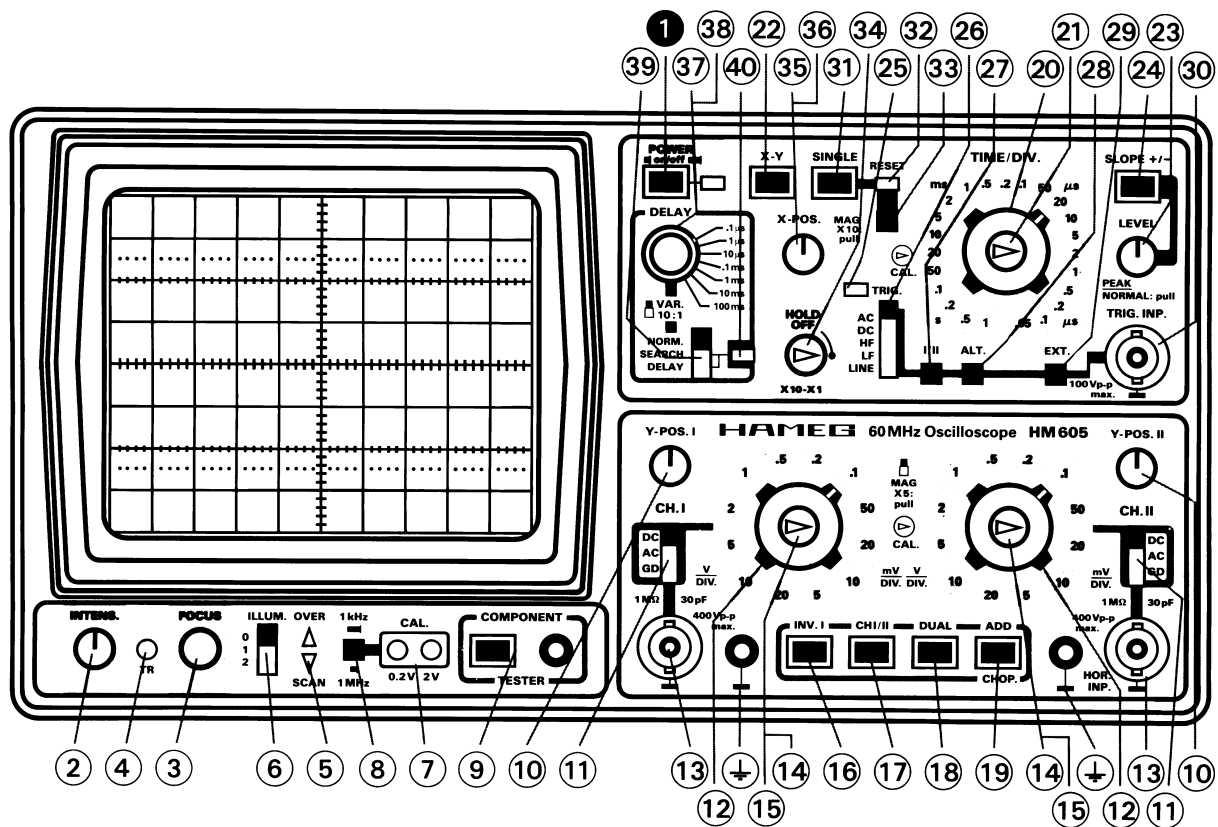
Das Oszilloskop besitzt viele Bedienungselemente, die zur Durchführung der Versuche nicht benötigt werden. Verwenden Sie daher nur die nachfolgend beschriebenen Elemente. Im Normalfall genügt es, wenn Sie nur mit den gesondert gekennzeichneten Einstellmöglichkeiten arbeiten. Machen Sie sich trotzdem auch mit den nur gelegentlich erforderlichen Möglichkeiten des Geräts vertraut.

Zum Begriff des Triggers siehe auch den Abschnitt „Logikanalysator“ auf Seite 7.

Es werden 10:1-Tastköpfe verwendet, d.h. die Spannung am Oszilloskopeingang ist nur ein Zehntel der Spannung an der Tastkopfspitze. Die angezeigte Wert ist daher mit dem Faktor 10 zu multiplizieren.

Stecken Sie den Tastkopf nie direkt in das Protoboard, benutzen Sie immer die Klemmspitze und einen kurzen Draht.

Element	Funktion	Element	Funktion
① <b>POWER on/off</b> (Druck-taste und LED-Anzeige)	Netzschalter; Leuchtdiode zeigt den Betriebszustand an.	⑱ <b>DUAL</b> (Drucktaste)	Bestimmt die Betriebsart EINKANAL (Taste nicht gedrückt) oder ZWEIKANAL (Taste gedrückt).
② <b>INTENS.</b> (Drehknopf)	Helligkeitseinstellung für den Kathodenstrahl.	⑳ <b>TIME/DIV.</b> (23stufiger Drehschalter)	Bestimmt Zeitkoeffizienten (Zeitablenkgeschwindigkeit) der Zeitbasis von 0.05 $\mu$ s/cm bis 1 s/cm.
③ <b>FOCUS</b> (Drehknopf)	Schärfeeinstellung für den Kathodenstrahl. (Muß bei veränderter Helligkeitseinstellung nachgestellt werden).	㉑ Variable Zeitbasiseinstellung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Zeitbasis. Erniedrigt Zeitablenkgeschwindigkeit um den Faktor 2,5 (Linksanschlag). Zu Zeitmessungen auf CAL. (Rechtsanschlag) stellen.
⑤ <b>OVERSCAN</b> (LED-Anzeigen)	Richtungsanzeigen – leuchten auf, wenn der Strahl den Bildschirm in vertikaler Richtung verläßt.	㉒ <b>LEVEL – PEAK/NORMAL</b> (Drehknopf und Zug-/Druckschalter)	Automatische Spitzenwert Triggerung (Knopf gedrückt) oder Normal-Triggerung (Knopf gezogen). Triggerpunkt durch Drehen des Knöpfes einstellbar.
⑩ <b>Y-POS.I, Y-POS.II</b> (Drehknöpfe)	Einstellung der vertikalen Position des Strahles für Kanal I und II.	㉔ <b>SLOPE +/–</b> (Drucktaste)	Signal Darstellung beginnt mit steigender Flanke (Taste nicht gedrückt) oder mit fallender Flanke (Taste gedrückt).
⑪ <b>CH. I – DC, AC, GD</b> <b>CH. II – DC, AC, GD</b> (Schiebeschalter)	Schalter für die Eingangssignalan- kopplung, Kanal I und II. DC = direkte Ankopplung, AC = An- kopplung über einen Kondensator, GD = Oszilloskop-Eingang kurzge- schlossen, Eingangssignal offen.	㉕ <b>TRIG.</b> (LED-Anzeige)	Anzeige leuchtet, wenn Zeitbasis getriggert ist.
⑫ <b>Y-Eingangsteiler</b> Y-Verstärkung (12stufig, Drehschalter)	Calibrierter Eingangsteiler. Bestimmt den Y-Verstärkungsfaktor in 1-2-5 Schritten und gibt den Umrechnungsfaktor an (V/cm, mV/cm).	㉖ <b>TRIG.</b> AC-DC-HF-LF-LINE (Schiebeschalter)	Wahl der Triggerankopplung, AC und DC bis 10 MHz, HF oberhalb 10 MHz, LF unterhalb 1 kHz, LINE für Triggerung mit Netzfrequenz.
⑬ <b>CH. I, CH. II</b> (BNC-Buchsen und se- parate Massebuchsen)	Signaleingänge – Kanal I (links) und Kanal II oder horizontaler X-Eingang (rechts). Eingangsimped. 1 M $\Omega$    30 pF.	㉗ <b>I/II</b> (Drucktaste)	Triggerung von Kanal I (Taste nicht ge- drückt) oder Kanal II (Taste gedrückt).
⑭ Variable Y-Abschwächung (Drehknopf)	Zur Feineinstellung der Y-Amplitude (Kanal I oder II). Schwächt das Ein- gangssignal um den Faktor 2,5 ab (Linksanschlag). Muß für Amplituden- messungen in Stellung CAL. stehen (Rechtsanschlag).	㉘ <b>EXT.</b> (Drucktaste)	Triggerung über externes Signal. Signalführung über Buchse TRIG. INP. ㉙.
⑮ <b>MAG X5</b> (Zug-/Druckschalter)	Erhöht die Y-Eingangsempfindlichkeit von Kanal I bzw. II um den Faktor 5. Max. Eingangsempf. in Stellung 5mV/cm und gez. Knopf = 1mV/cm.	㉚ <b>TRIG. INP.</b> (BNC-Buchse)	Eingang für externes Triggersignal. Taste ㉘ gedrückt.
⑯ <b>INV. I</b> (Drucktaste)	Bei gedrückter Taste wird die Polarität von Kanal I umgedreht. (In Verbindung mit ADD-Taste ⑲ = Differenzdarstellung).	㉛ <b>X-POS.</b> (Drehknopf)	Einstellung der horizontalen Lage des Strahls (Verschiebung in X-Richtung).
⑰ <b>CH I/II</b> (Drucktaste)	Einkanalbetrieb (Taste DUAL nicht ge- drückt): Taste nicht gedrückt = Dar- stellung von Kanal I, Taste gedrückt = Darstellung von Kanal II.	㉜ <b>MAG. X10</b> (Zug-/Druckschalter)	Dehnung der X-Achse um den Faktor 10 (kleiner Drehknopf herausgezo- gen). Max. Auflösung = 10 ns/cm.



## 9 Der Netzteil

### 9.1 Analog-Netzteil

Für Versuch T-4 (Operationsverstärker) werden zusätzlich zur Betriebsspannung +5 V Spannungen von +12 V und -12 V bereitgestellt. Diese Spannungen können bei eingeschalteter Hauptspannung über einen zusätzlichen Schalter ein- beziehungsweise ausgeschaltet werden. Die Spannungen sind zwar kurzschlußfest, sie können trotzdem leicht die empfindlichen Bauteile zerstören. Achten Sie sorgfältig darauf, daß Sie **nie** eine Spannung an den Ausgang eines Schaltkreises anlegen und beachten Sie die Belastbarkeit von Widerständen.

### 9.2 Variable Spannung

Für die Versuche T-1, T-2, und T-3 wird eine variable Spannung im Bereich von 0.5 V benötigt, für T-4 sind zwei Spannungen im Bereich von -12 V..+12 V erforderlich. Diese liefert ein Einschub mit zwei 10-Gang-Potentiometern und je einer Digitalanzeige zur Anzeige des eingestellten Wertes.

Bei der oberen Spannungsquelle wird mit einem Schalter der Bereich 0.5 V oder -12 V..+12 V gewählt. **Achten Sie darauf**, daß bei den Versuchen T-1 bis T-3 immer der Bereich 0.5 V eingestellt ist.

Die 10-Gang-Potentiometer haben einen Hebel zum Feststellen, der leicht aus Versehen betätigt wird. Drehen Sie nie mit Gewalt! Entriegeln Sie das Potentiometer, indem Sie den Hebel nach oben schieben.

Der Einschub erhält seine Betriebsspannungen immer aus dem -12 V/+12 V-Netzteil, auch wenn nur der 0.5 V Bereich gewählt wird. Achten Sie darauf, daß das Netzteil eingeschaltet ist und bedenken Sie, daß die hohen Betriebsspannungen auf dem Protoboard anliegen.

## 10 Liste der vorhandenen Bauelemente

### 10.1 Plätze für Versuchstyp L

TTL-IC's:

8 x SN74LS00	4 x 2 Inp. NAND totem pole
4 x SN74LS04	6 x Inverter
2 x SN74LS10	3 x 3 Inp. NAND
6 x SN74LS20	2 x 4 Inp. NAND
1 x SN74LS283	4 Bit Volladdierer
1 x SN74LS293	4 Bit Binärzähler

GAL:

2 x 16V8  
2 x 20V8

Anzeige:

1 x HDN1105 Sieben-Segment-Anzeige

Widerstände:

8 x 1,5 KOhm

### 10.2 Plätze für Versuchstyp T

TTL-IC's:

1 x SN74LS03	4 x 2 Inp. NAND open collector
2 x SN74LS04	6 x Inverter
1 x SN74LS126	4 Bus-Leitungstreiber (Tri-State)

Operationsverstärker:

1x 741

CMOS-IC's:

2 x CD 4049

Transistoren:

1 x BC 107  
1 x CD 4007

Dioden:

2 x 1N4448

Kondensatoren:

1 x 1 nF

Widerstände:

10 x 100

1 x 270

7 x 560

8 x 1 K

1 x 3,9 K

1 x 5,6 K

1 x 8,2 K

1 x 10 K

1 x 15 K

1 x 27 K

1 x 39 K

1 x 47 K

1 x 56 K

1 x 100 K

1 x 220 K

1 x 1 M

### 10.3 Plätze für Versuchstyp C

An den Arbeitsplätzen für die C-Versuche sind keine realen Bauteile vorhanden. Die in den Bauteilebibliotheken des CAD-Systems vorhandenen Symbole sind im Anhang zu den C-Aufgabenstellungen erläutert.

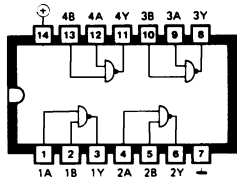
## 11 Sonstiges

### 11.1 Farbcode für Widerstände

Bezeichnung	Farbe	Ziffer	Multiplikator	Toleranz
<u>Farbcode nach IEC-Publ. 62 nach DIN 40 825</u>				
<b>4-Ring-Code (E 12, E 24)</b>				
	ohne			± 20%
	Silber		$10^{-2}$	± 10%
	Gold		$10^{-1}$	± 5%
	Schwarz	0	$10^0$	
	Braun	1	$10^1$	± 1%
	Rot	2	$10^2$	± 2%
	Orange	3	$10^3$	
	Gelb	4	$10^4$	
	Grün	5	$10^5$	± 0,5%
	Blau	6	$10^6$	± 0,25%
	Violett	7		± 0,1%
	Grau	8		± 0,05%
	Weiß	9		
<b>5-Ring-Code (E 48, E 96, E 192)</b>				

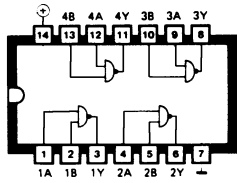
**11.2 Anschlußbelegung der verwendeten Bauteile: (Ansicht von oben)**

SN74LS00



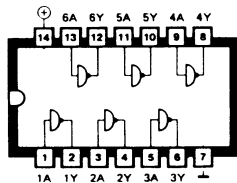
totem pole output

SN74LS03

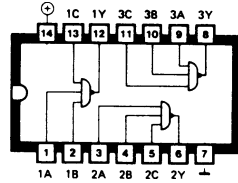


open collector outp.

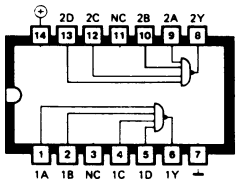
SN74LS04



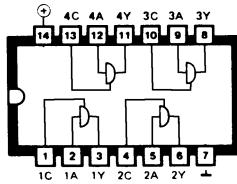
SN74LS10



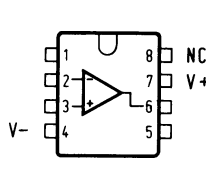
SN74LS20



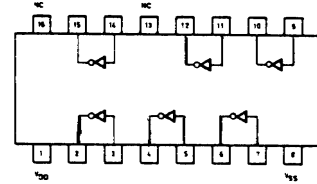
SN74LS126



741

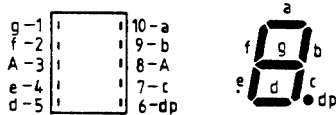


CD4049

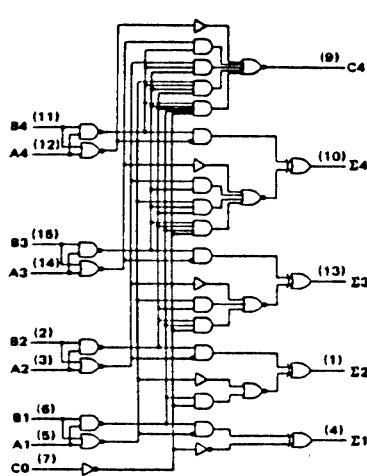


HDN1105

(Draufsicht - Displayseite)



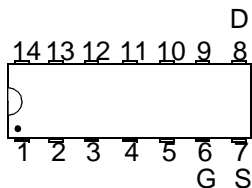
SN74LS283



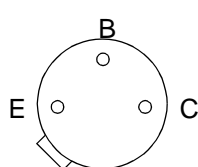
SN74LS293



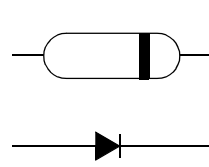
CD4007



BC107



1N4448



(Ansicht von unten)

Die Anschlußbelegung der GAL hängt von der Programmierung ab, man entnehme sie der allg. Beschreibung und der jeweiligen Aufgabenstellung.