

Digitalmultimeter
DMM 6047 und DMM 6048

Benutzerhandbuch

PREMA Präzisionselektronik GmbH
Robert-Bosch-Str. 6 · D-55129 Mainz-Hechtsheim
oder Postfach 42 11 53 · D-55069 Mainz
Tel. (06131) 5062 - 16 oder 5062 - 0
Tx. 4 187 666 prem d · Fax (06131) 5062 - 22

6047/48 - 9340
Änderungen vorbehalten

INHALTSVERZEICHNIS

Kapitel	Seite
1. EINFÜHRUNG	1/1
1.1. Gerätebeschreibung	1/2
1.2. Meßprinzip	1/4
1.3. Funktionsübersicht	1/6
1.3.1. Bedienelemente und Anschlüsse der Frontplatte	1/6
1.3.2. Bedienelemente und Anschlüsse der Rückwand	1/9
2. TECHNISCHE DATEN	
2.1. Gleichspannung	2/1
2.1.1. Echtzeit-Ratiomessung für Gleichspannung	
2.2. Widerstand	2/4
2.3. Wechselspannung	2/6
2.4. Gleichstrom	2/8
2.5. Wechselstrom	2/9
2.6. Temperatur	2/10
2.7. Triggereingang	2/11
2.8. Meßstellenumschalter (Option)	2/12
2.9. IEEE-Bus-Schnittstelle	2/13
2.10. Allgemeine Daten	2/14
2.11. Basis-Geräteeinstellungen	2/15
3. INBETRIEBNAHME	
3.1. Lieferung	3/1
3.2. Anschluß des Gerätes ans Netz	3/1
3.2.1. Erdung	3/1
3.3. Unfallverhütung	3/2
3.4. Besonderheiten beim Einbau des Meßstellenumschalters	
3.5. Garantie	3/2
3.6. Einschalten des Gerätes	3/2
4. GERÄTEAUFBAU	
4.1. Meßeingänge	4/1
4.1.1. Anschluß der Meßkabel	4/2
4.1.2. Grenzdaten der Meßeingänge	4/2
4.2. Schirmung	4/3
4.3. Triggereingang	4/4
4.4. IEEE 488-Bus-Interface	4/5
4.5. Meßstellenumschalter	4/6
4.6. Kalibrierschalter	4/8
4.7. Tastatur	4/9
4.7.1. Tastatur zur Wahl der Betriebsart	4/9
4.7.2. Tastatur zur Funktions- und Bereichsanwahl	4/10
4.7.3. Tastatur zur Dateneingabe und zur Wahl der Integrationszeiten	

INHALTSVERZEICHNIS

4.8.	Anzeige	4/11
4.8.1.	Hauptanzeigefeld mit IEEE-Zustandsanzeige	4/11
4.8.2.	Integrationszeitanzeige	4/12
4.8.3.	Programm- und Konstantenanzeige	4/12
4.8.4.	Kanalnummernanzeige	4/12

5. GERÄTEFUNKTIONEN

5.1.	Meßfunktion	5/1
5.2.	Meßbereiche	5/1
5.2.1.	Bereichsvorwahl	5/1
5.2.2.	Automatische Bereichswahl	5/2
5.3.	Integrationszeiten	5/2
5.4.	Digitaler Filter	5/3
5.5.	Offsetkorrektur	5/3
5.5.1.	Offsetkorrektur bei festeingestelltem Bereich	5/3
5.5.2.	Offsetkorrektur bei automatischer Bereichswahl	5/3
5.6.	Startbetrieb	5/4
5.7.	Meßbetrieb	5/4
5.8.	Rechenbetrieb	5/4
5.8.1.	Auswahl von Rechenprogrammen	5/5
5.8.2.	Auswahl von Konstanten	5/5
5.8.3.	Beschreibung der Rechenprogramme	5/6
5.8.4.	Programm Kombination	5/10
5.9.	Meßstellenumschalter	5/10
5.9.1.	Direkte Kanalwahl	5/11
5.9.2.	Automatische Kanalabfrage	5/11
5.10.	Selbsttests	5/12
5.11.	Fehlermeldungen	5/12
5.12.	Zusätzliche Funktionen beim Betrieb am IEEE-488-Bus	
5.12.1.	IEEE-Adresseinstellung	5/13
5.12.2.	Displaybetrieb	5/14
5.12.3.	Tastaturabfrage	5/15
5.12.4.	Bedienungsruf (SRQ)	5/16

6. Bedienungshinweise

6.1.	Gleichspannungsmessung	6/1
6.1.1.	Meßspannungszuführung	6/1
6.1.2.	Eingangswiderstand	6/1
6.1.3.	Überlastschutz	6/2
6.1.4.	Serienstörspannungsunterdrückung	6/2
6.1.5.	Gleichtaktunterdrückung	6/2
6.1.6.	Abschirmung	6/2
6.2.	Widerstandsmessung	6/3
6.2.1.	Funktionsweise der Widerstandsmessung	6/3
6.2.2.	Zweidrahtmessung	6/3
6.2.3.	Vierdrahtmessung	6/4
6.2.4.	Drei-Leiter-Messungen	6/4
6.3.	Wechselspannungsmessung	6/5
6.4.	Gleichstrommessung- und Wechselstrommessung	6/6
6.5.	Temperaturmessung °C, °F, K	6/7
6.6.	Echtzeit-Ratiomessung	

7. MANUELLE BEDIENUNG

7.1.	Wahl einer Meßfunktion	7/1
7.2.	Wahl eines Meßbereiches	7/2
7.3.	Einstellung einer Integrationszeit	7/2
7.4.	Digitaler Filter	7/3
7.5.	Offsetkorrektur	7/3
7.6.	Kontinuierliche Messung / Startbetrieb	7/4
7.6.1.	Kontinuierlicher Meßbetrieb	7/4
7.6.2.	Rechenbetrieb	7/4
7.6.2.1.	Kontinuierliche Messung	7/4
7.6.2.2.	Startbetrieb(Triggerbetrieb)	7/4
7.7.	Eingabe von Daten über die Tastatur	7/5
7.8.	Benutzung von Rechenprogrammen	7/6
7.8.1.	Eingaben von Rechenprogrammen	7/6
7.8.2.	Eingaben von Konstanten	7/6
7.9.	Einstellung des Meßstellenumschalters	7/7
7.9.1.	Anwahl eines Meßkanales	7/7
7.9.2.	Einstellung der automatischen Kanalabfrage	7/7
7.9.3.	Betrieb der automatischen Kanalabfrage	7/8
7.10.	Selbsttest	7/8
7.11.	Kalibrierung	7/8
7.12.	IEEE-Adresseinstellung und TALK-ONLY	7/9
7.13.	Umstellen auf manuellen Betrieb	7/9

8. IEEE 488-BUS-SCHNITTSTELLE

8.1.	Betrieb am IEEE-Bus	8/1
8.1.1.	Fähigkeiten der IEEE 488-Bus-Schnittstelle	8/2
8.1.2.	Schnittstellenbefehle	8/2
8.1.3.	Einstellung zum Betrieb am IEEE-Bus	8/2
8.1.4.	Einstellung von Geräteadresse und Schlußzeichen	
8.2.	Betrieb des Digitalmultimeters als Listener	8/4
8.2.1.	Befehle zur Steuerung des Digitalmultimeters	8/7
8.2.2.	Display-Betrieb	8/9
8.2.3.	Stringlängenauswahl	8/10
8.2.4.	SRQ-Betrieb	8/10
8.3.	Betrieb des Digitalmultimeters als Talker	8/11
8.3.1.	Beschreibung des gesendeten Nachrichtensatzes	8/11
8.3.2.	Beschreibung der gesendeten Nachrichteneinheiten	8/12
8.3.3.	Abfragen der Tastatur über den IEEE-Bus	8/13
8.3.4.	Tabelle der gesendeten Nachrichten	8/14
8.4.	Programmbeispiele	8/17
8.4.1.	Commodore 3032	8/17
8.4.2.	Tektronix 4051	8/17
8.4.3.	Hewlett-Packard HP 85	8/18
8.4.4.	Hewlett-Packard HP 87	8/18
8.4.5.	Hewlett-Packard HP 87 im SRQ-Betrieb	8/19
8.4.6.	Hewlett-Packard HP 9816 im SRQ-Betrieb	8/20
8.4.7.	Apple II mit CCS-7490-Interface	8/21
8.5.8.	IBM PC und Kompatible mit PCIIA unter Basic	8/22
8.5.9.	IBM PC und Kompatible mit PCIIA unter Turbo Pascal	

INHALTSVERZEICHNIS

9. Kalibrierung

9.1.	Zurückladen der ORIGINAL Kalibrierdaten	9/1
9.2.	Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche	9/2
9.3.	Kalibrierung der Widerstandsbereiche	9/3
9.4.	Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche	9/3
9.5.	Kalibrierung der Gleich- und Wechselstrombereiche	9/3
9.6.	Kalibrierung des Temperaturbereiches/Fühlerabgleich	

10. Zubehör

10.1.	Gegenstecker 6000/03	10/1
10.2.	Adapterkarte 6031/02	10/1
10.3.	Gestelleinbausatz 5020G	10/1
10.4.	Präzisionskabelset	10/1

11. Anhang

Lagepläne und Schaltpläne

1. Einführung

Dieses Handbuch gilt gleichzeitig für die beiden Präzisionsmultimeter DMM 6048 und DMM 6047 und beschreibt sowohl die manuelle als auch die ferngesteuerte Bedienung über den IEEE-488 Bus.

Das Digitalmultimeter 6048 weist zusätzlich zu den Funktionen des 6047 die Widerstandsmessung mit Strömen unterschiedlicher Größe und bessere Genauigkeitsdaten in nahezu allen Funktionen und Bereichen auf.

1.1. Allgemeine Gerätebeschreibung

Die 7 ½- und 8 ½-stelligen PREMA Digitalmultimeter 6047 und 6048 sind Geräte der obersten Leistungsklasse mit hervorragenden Merkmalen und außergewöhnlichen technischen Daten. Das patentierte, integrierende Meßverfahren, der hohe Eingangswiderstand von über 10 GOhm im Meßbereich bis +/- 20V, die wählbaren Integrationszeiten von 20 msec bis 80 sec sowie die hervorragenden Linearität und Langzeitstabilität bieten die besten Voraussetzungen für jederzeit reproduzierbare Präzisionsmessungen.

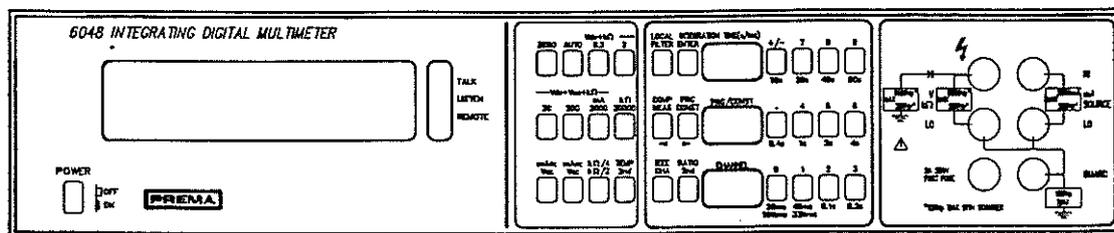


Bild 1.1.

Hochstabile Verstärker und ein präziser Integrator mit automatisch geregeltm Nullpunkt erlauben auch bei 10nV Auflösung eine lückenlose Integration ohne störende Pausen für Offsetmessungen.

Die Analog/Digital-Wandlung erfolgt nach dem seit über zwei Jahrzehnten erprobten und bewährten PREMA Mehrfach-Rampen-Verfahren, das sich durch Eigenschaften auszeichnet ,wie

- die Synchronisation der Oszillatorfrequenz auf die Netzfrequenz mittels einer Phase-Locked-Loop-Schaltung wodurch Werte für die Unterdrückung von Gleich- und Serientaktstörungen erzielt werden, die ansonsten nicht erreichbar sind.
- das ununterbrochene Anliegen des Eingangssignals am Eingang des Wandlers , so daß selbst geringste Änderungen des Meßwertes registriert werden.

Die PREMA Digitalmultimeter 6047 und 6048 selbst ermöglichen:

- Gleichspannungsmessungen mit einer Auflösung von 10nV
- Wechselspannungsmessungen, wahlweise mit Gleich- oder Wechselspannungskopplung mit einer Auflösung von 100 nV
- Gleich- und Wechselstrommessungen mit einer Auflösung von 1 µA bzw. 10 µA
- Widerstandsmessungen wahlweise in Zwei- oder Vier-Drahtanordnung mit einer Auflösung von 10 µΩ
- Temperaturmessungen mit Pt-100-Elementen mit einer Auflösung von 0,01°C (wahlweise auch °F oder K).
- eine zusätzliche Offsetkorrektureinrichtung die eine Kompensation von Thermospannungen oder Zuleitungswiderständen erlaubt.
- ein zuschaltbares digitales Filter, das Störungen um 20dB dämpft.

Die Messungen können kontinuierlich erfolgen oder als Einzel- oder Gruppenmessung durch ein externes oder internes Triggersignal ausgelöst werden. Durch Verringerung der Auflösung auf $4\frac{1}{2}$ Anzeigestellen kann eine Meßrate von 50 Messungen/sec erreicht werden.

Mit dem umfangreichen Mathematikprogramm der Digitalmultimeter kann eine Vielzahl von Berechnungen, direkt am Meßobjekt, vorgenommen werden. Es können Grenzwerte überwacht, Meßwerte skaliert oder mittels zahlreicher mathematischer Funktionen in das gewünschte Anzeigeformat umgerechnet werden. Kennlinienentzerrung ist über eine Polynomfunktion 8. Grades möglich. Statistische Funktionen wie z.B. Mittelwertbildung und Standardabweichung erlauben mühelos die Beobachtung eines Signales über längere Zeit ohne weitere Hilfsmittel (wie z.B. den Anschluß an einen Computer). Die Benutzung des Mathematikprogramms entlastet in vielen Fällen das Sammeln und Auswerten von Meßwerten und entlastet einen zur Steuerung angeschlossenen Computer von vielen Routine-Aufgaben.

Zum Anschluß an einen Computer sind die PREMA Digitalmultimeter standardmäßig mit einem IEEE-Bus-Interface (IEEE 488) ausgerüstet, das die Fernsteuerung des Digitalmultimeters einschließlich der digitalen Kalibrierung ermöglicht. Die Geräte ermöglichen ebenso das Beschreiben der Anzeige und das Abfragen der Tastatur über das IEEE-Interface. Die hervorragende Auflösung der Digitalmultimeter bleibt auch im Systembetrieb durch die einwandfreie galvanische Trennung zwischen Meßsignal und IEEE-Interface unbeeinflusst.

Die digitale Kalibrierung gestaltet den Abgleich des Digitalmultimeters denkbar einfach. Der AD-Wandler ist so linear, daß die Eingabe eines einzigen Sollwertes (über Tastatur oder IEEE-Schnittstelle) zur Kalibrierung eines jeden Meßbereiches ausreicht. Jeder Meßbereich läßt sich unabhängig vom anderen kalibrieren; der Sollwert darf zwischen 5% und 100% des Bereichsendwertes liegen. Ein in der Rückwand verdeckt angebrachter Schalter verhindert das unbeabsichtigte Ändern von Kalibrierwerten und Geräte-Grundeinstellungen.

Nach dem Einschalten überprüft ein Selbsttestprogramm die Funktionen des Digitalmultimeters. Fehlermeldungen geben in jeder Situation Aufschluß über Bedienungs- oder Gerätefehler. Während des Selbsttests entdeckte Fehler zeigen Defekte in Hardware, EPROM, RAM oder Kalibrierdaten an, die übrigen Fehlermeldungen melden Überlauf, Offset- oder Kalibrierfehler und Fehler bei Bedienung des IEEE-Interfaces.

Der optionell im Digitalmultimeter eingebaute Meßstellenumschalter ermöglicht das vierpolige Umschalten von bis zu 20 Präzisions-Meßkanälen. Die Daten des Digitalmultimeters bleiben bis auf den Höchstbetrag der zugelassenen Spannungen durch den Einbau des Meßstellenumschalters nahezu unbeeinflusst.

Der klare und übersichtliche Aufbau sowie die minimale Anzahl elektronischer Bauelemente, sorgen für eine große Servicefreundlichkeit und tragen wesentlich zu der hohen Zuverlässigkeit der PREMA Digitalmultimeter bei.

1.2. Meßprinzip

Das PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren zur Analog-Digital-Umsetzung (DBP., Auslegeschrift Nr. 2114 141, US-Patent 3765012)) bietet die Grundlage für ein zuverlässiges Digitalmultimeter mit hervorragender Linearität und außergewöhnlicher Langzeitgenauigkeit bei kontinuierlicher, störungsausmittelnder Integration des Meßsignals ohne verfälschende Meßpausen.

Ein mit dem Kondensator C als Integrator beschalteter Verstärker (Bild 1.2.1) integriert einen der zu messenden Spannung proportionalen Strom I_e kontinuierlich auf.

Dieses Verfahren hat eine hohe Linearität, da die Eingangsspannung nicht weggeschaltet werden muß, so daß die Kapazitäten der heute üblicherweise als Schalter verwendeten Transistoren keinen von der Eingangsspannung abhängigen Fehler bewirken.

Der Kondensator wird (Bild 1.2.2) in periodischen Abständen durch einen Strom I_{ref} aus einer Referenzspannungsquelle entgegengesetzter Polarität U_{ref} entladen (Entladungszeiten t_1 bis t_n). Für Auf- und Abintegration werden dieselbe Vergleichsspannung und derselbe Abintegrationswiderstand verwendet.

Das Ende einer Abintegration wird durch die Koinzidenz von Komparatorauschlag und einer Pulsflanke des Taktoszillators festgelegt. Da die Gesamtladungsänderung des Kondensators während einer Meßzeit gleich Null ist folgt

$$\frac{1}{T} \int U_e dt = \frac{R_e}{R_o T} U_{ref} \sum t_i$$

das heißt, die Summe der Entladezeiten t_i ist zum Mittelwert der Eingangsspannung proportional und wird als Meßergebnis zur Anzeige gebracht.

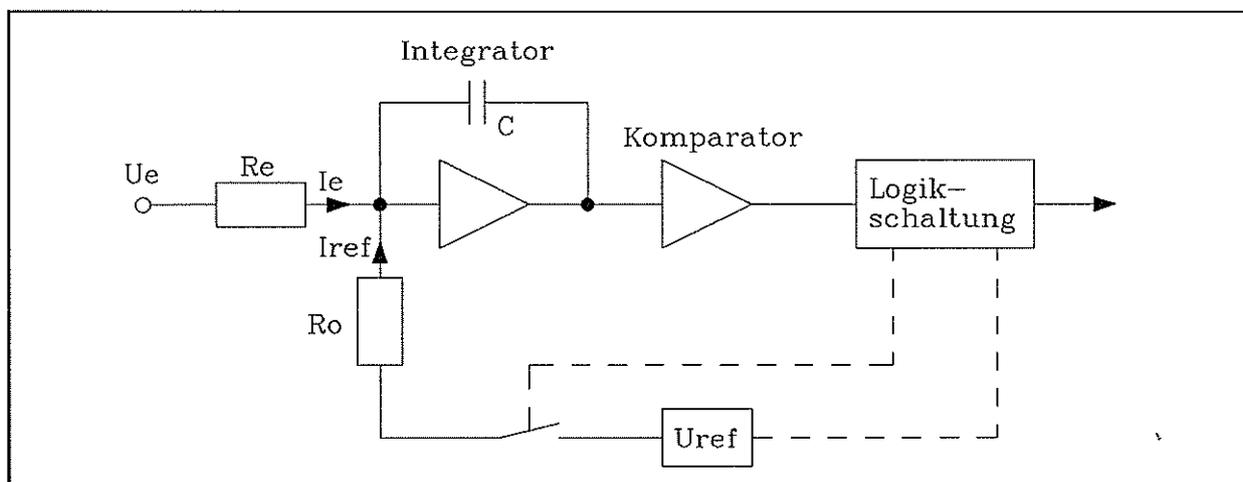


Bild 1.2.1: Vereinfachtes Prinzipschaltbild

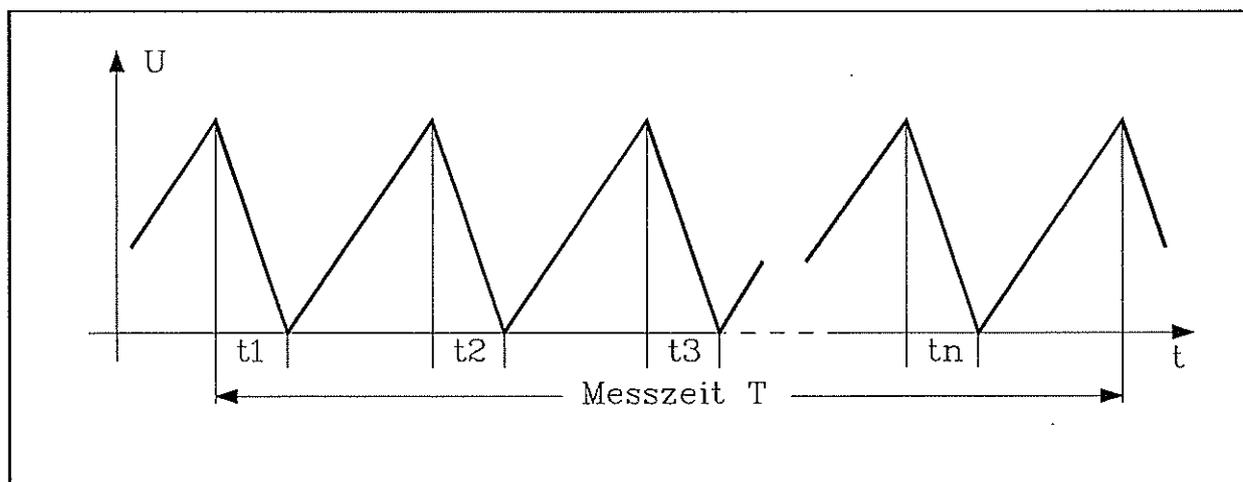


Bild 1.2.2: Ausgangssignal des Integrators

Bei dieser Art der Spannungs-Zeit-Wandlung wird das Ergebnis weder durch den Verlustfaktor des Kondensators noch durch Driften der Kapazität C verfälscht. Es ist ferner unabhängig von der Frequenz des zur Zeitmessung benutzten Taktoszillators, da die Bestimmung von T und aller t_i mit der gleichen Frequenz erfolgt. An den Komparator werden bei dem PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren nur geringe Anforderungen an Driftverhalten und Schnelligkeit gestellt, so daß trotz der vorzüglichen DMM-Eigenschaften eine preisgünstige Gerätekonzeption möglich ist.

1.3. Funktionsübersicht

Das PREMA Digitalmultimeter weist eine Vielzahl von Funktionen und Anschlußmöglichkeiten auf. Das nachfolgende Kapitel gibt einen kurzen Überblick über die Lage und Funktion der Bedienelemente und Geräteanschlüsse. Die Bilder 1.3.1 bis 1.3.4. zeigen die Lage der Bedienelemente.

1.3.1. Bedienelemente und Anschlüsse auf der Frontplatte

Auf der Frontplatte befinden sich alle für die manuelle Bedienung des Digitalmultimeters notwendigen Elemente in übersichtlicher Anordnung. Die Bedienung aller Gerätefunktionen erfolgt über die in drei logische Blöcke unterteilte Tastatur. Mit der mittleren Tastatur wird die Betriebsart gewählt. Das linke Tastenfeld dient zur Wahl von Funktion und Bereich, das rechte Tastenfeld zur Wahl der Integrationszeit oder zur Dateneingabe. Die in vier Felder gegliederte Anzeige gibt zusammen mit den Tastenfeld-Leuchtdioden einen ständigen Überblick über die Gerätefunktion. Der Anschluß des Meßsignals erfolgt über die Sicherheits-Meßbuchsen auf der rechten Seite. Die nachfolgend genannten Nummern bezeichnen die Lage der Elemente im Lageplan (Bild 1.3.1 und 1.3.2).

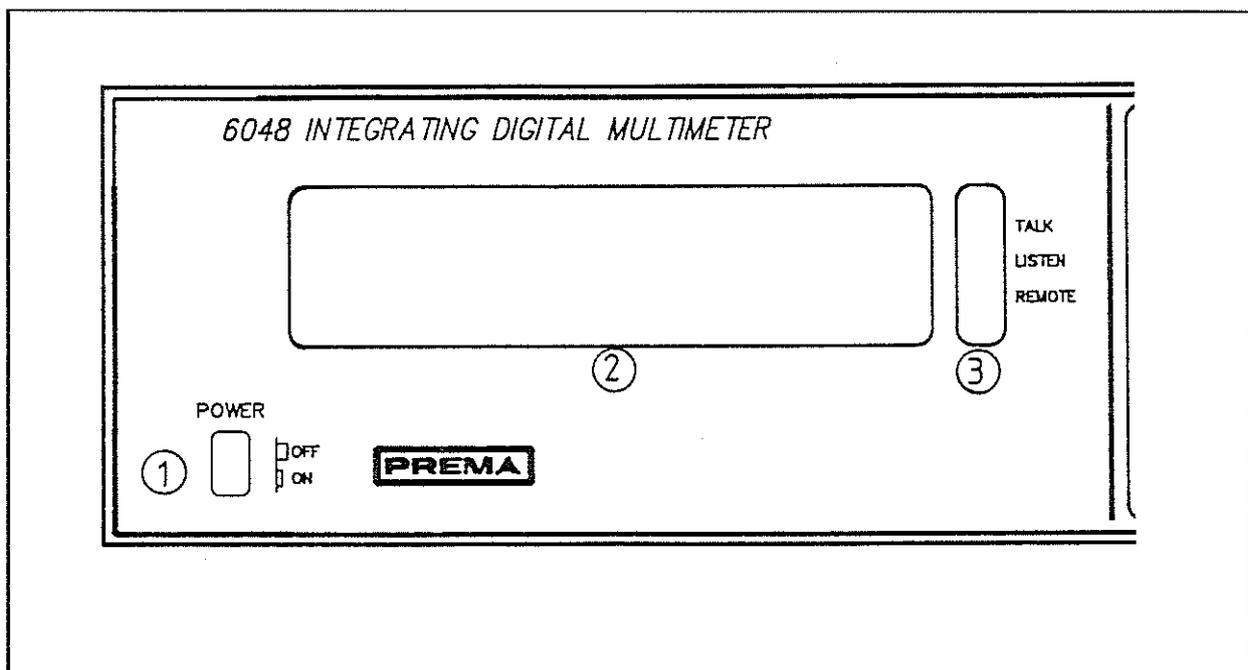


Bild 1.3.1.: Hauptanzeige und IEEE-Zustandsanzeige

- (1) **Netzschalter:**
Schaltet das Gerät zweipolige EIN oder AUS.
- (2) **Hauptanzeigefeld:**
Dient zur Anzeige von bis zu 7 ½-stelligen (6047) bzw. 8 ½-stelligen (6048) Meßergebnissen sowie der Rechenergebnisse bei Einsatz der Mathematikprogramme. Ferner werden über das Hauptanzeigefeld die Eingabe von Kalibrierwerten, Konstanten, IEEE-Adresse und Schlußzeichen kontrolliert sowie Geräte- und Fehlermeldungen ausgegeben.
- (3) **IEEE-Zustandsanzeige:**
Gibt an, in welchem Zustand sich das Gerät beim Betrieb über den IEEE-Bus befindet. Ist das Gerät im Fernsteuerzustand, leuchtet das Anzeigesegment "REMOTE". Der Betrieb des Gerätes als Listener oder Talker wird durch zwei weitere Segmente angezeigt.

- (4) **Integrationszeitanzeige:**
Zeigt die gerade gewählte Meßzeit an. Bei Meßzeiten ab 4 sec wird die verbleibende Meßzeit in der Anzeige heruntergezählt.
- (5) **Nebenanzeigefeld:**
Je nach gewählter Betriebsart zeigt die Anzeige die gewählte Programmnummer aus dem Mathematikprogrammssatz, die gewählte Konstantennummer bei Eingabe einer Konstanten oder bei der Betriebsart "Einzelmessung", die Anzahl der vorgewählten Messungen an.
- (6) **Kanalwahlanzeige:**
Zeigt bei eingebautem Meßstellenumschalter die Nummer des momentan am Meßeingang des Multimeters liegenden Kanales an.
- (7) **Mittlere Tastatur zur Wahl der Betriebsart:**
Mit dieser Tastatur kann vorgewählt werden, in welcher Betriebsart das Multimeter arbeiten soll: Ausgabe des Meßergebnisses, Ausgabe des Rechenergebnisses, Programmwahl, Integrationszeitanwahl, Konstantenanzeige, Einzel-, Gruppen- oder kontinuierliche Messung, Kanalwahl für den Meßstellenumschalter, Wahl der IEEE-Adresseinstellung und Zu- oder Abschalten des digitalen Filters. Beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus kann über die Tasten 2nd LOCAL die manuelle Bedienung ermöglicht werden. Das Gerät wird dann aus dem Fernsteuerzustand zurückgeschaltet. Die Tastatur besitzt zwei Funktionsebenen. Die blau beschrifteten Zweitfunktionen werden durch vorheriges Betätigen der 2nd-Taste angewählt. Die beiden mittleren Tasten dienen zur CURSOR-Steuerung bei Zahleneingaben.
- (8) **Funktions-Tastatur:**
Dient zur Auswahl von Meßfunktionen und -bereichen. Die Tasten in der oberen Reihe dienen zum Einschalten der Bereichsautomatik, des digitalen Filters und zur Anwahl der Offsetkorrektur.

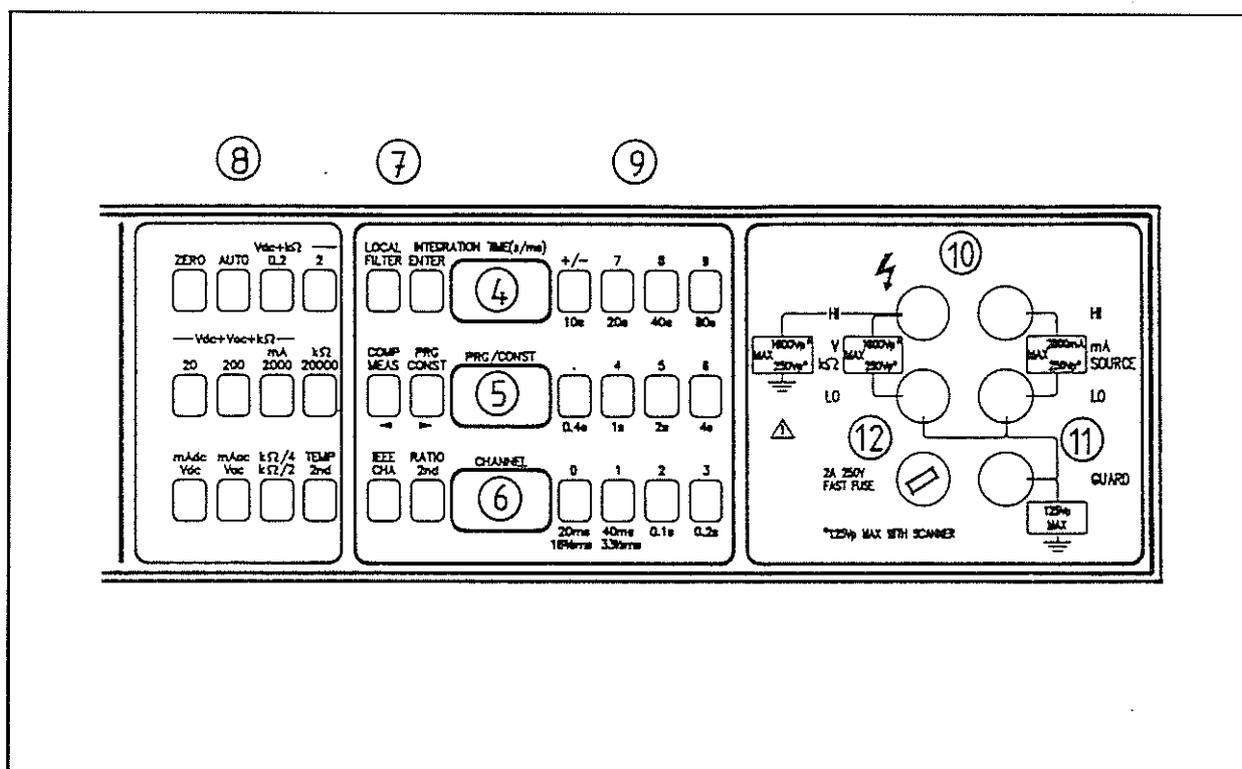


Bild 1.3.2: Tastatur, Nebenanzeigen und Eingangsbuchsen

(9) Numerische-Tastatur:

Dient zur Anwahl von Meßzeiten oder zur Eingabe numerischer Werte, wie z.B. bei der Konstanten- oder Programmnummerneingabe. Die schwarz beschrifteten Ziffernfunktionen wirken nur bei der Anwahl von Programmen, bei denen eine Zahleneingabe vorgesehen ist, die rot beschrifteten Meßzeiten werden durch vorheriges Betätigen der ENTER-Taste angewählt.

Leuchtdioden in den Tasten zeigen den Betriebszustand des Gerätes an.

(10) Sicherheits-Meßbuchsen:

Diese garantieren durch ihren hohen Isolationswiderstand den für das Digitalmultimeter spezifizierten Eingangswiderstand von über 10 GOhm. Spannung und Strom werden über getrennte Buchsen an den Eingang des Multimeters geführt.

(11) Guard-Buchse:

Ermöglicht die Schirmung des Meßsignals durch Verbindung mit der internen Schirmleitung des Gerätes.

(12) Stromsicherung:

Die frontseitig zugängliche Stromsicherung (Feinsicherung) 2A, flink muß nach Überlastung des Stromeinganges gegen eine Sicherung gleichen Typs gewechselt werden.

1.3.2. Bedienelemente und Anschlüsse auf der Rückwand

Auf der Rückwand befinden sich Netzanschluß, Triggereingang, IEEE-Bus-Anschluß und die sich gegenseitig ausschließenden optionellen, rückwärtigen Sicherheits-Meßbuchsen und die Eingangsbuchsen des optionellen Meßstellenumschalters. Nachfolgend genannte Nummern bezeichnen die Position im Lageplan (Bild 1.3.3 und 1.3.4).

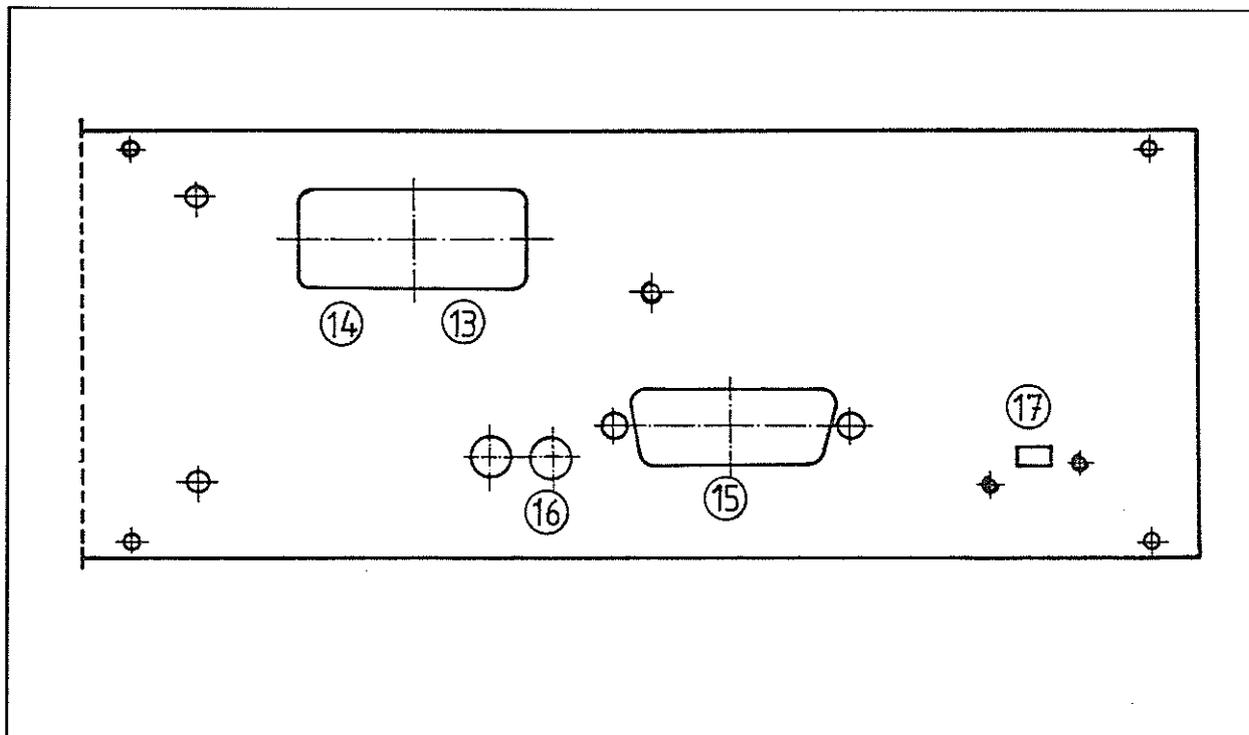


Bild 1.3.3: Netzanschluß, IEEE-Bus, Trigger und Kalibrierschalter

(13) Netzanschlußstecker:

Der Netzanschluß des Gerätes erfolgt über einen 3-poligen DIN-Kaltgerätestecker und ist für ein Netz von 220V/50 Hz vorbereitet. Die Erdung des Gerätes erfolgt über den Schutzkontakt der Steckdose. Das Gehäuse ist von den Meßbuchsen, dem Triggereingang, dem IEEE-Interface und der Guard-Buchse galvanisch getrennt.

(14) Netzsicherung:

Als Sicherung dient eine 200 mA Feinsicherung, träge, die für Betrieb an 220V/50Hz ausgelegt ist. Bei Betrieb an 100V/120V Netzversorgung ist eine 400mA Feinsicherung, träge, zu verwenden. Eine defekte Sicherung muß gegen eine des gleichen Typs gewechselt werden. Dazu ist das Gerät in jedem Fall vom Netz zu trennen!

(15) IEEE-Buchse:

Der Anschluß des Digitalmultimeters an einen Rechner mit IEEE-Bus erfolgt über diese Schnittstelle. Zum Betrieb des Gerätes sind die in der Norm IEEE-488 vorgeschriebenen Werte, z.B. maximal 16 Geräte am Bus, Leitungslänge zwischen zwei Geräten max. 2 Meter einzuhalten.

(16) Triggereingang:

In der Betriebsart Einzel- oder Gruppenmessung können Messungen durch ein externes Triggersignal gestartet werden. Dazu muß der Triggereingang kurzzeitig (TTL-Pegel, 400 µsec) auf High-Pegel gelegt werden.

(17) Kalibrierschalter:

Dieser ist verdeckt auf der Rückseite angebracht. Er ermöglicht das Nachkalibrieren von Meßbereichen sowie das Ändern von Geräte-Grundeinstellungen. In der Stellung "MEAS" sind alle Kalibrierdaten und Geräte-Grundeinstellungen gegen Verlust geschützt. In der Stellung "CAL" ist größte Vorsicht geboten, da ein kurzzeitiger Netzausfall oder Bedienfehler zur Zerstörung eines Teiles oder aller zum einwandfreien Betrieb notwendigen Daten führen können.

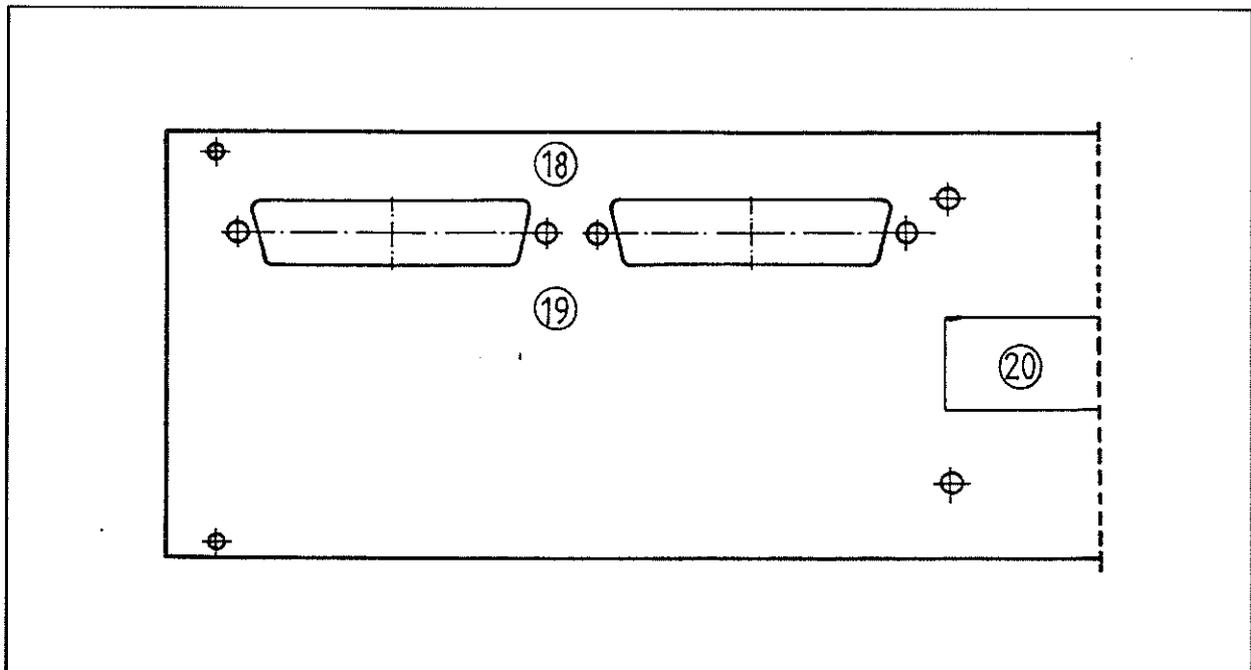


Bild 1.3.4.: Meßeingänge an der Rückwand

(18) Meßstellenumschalters (optionell):

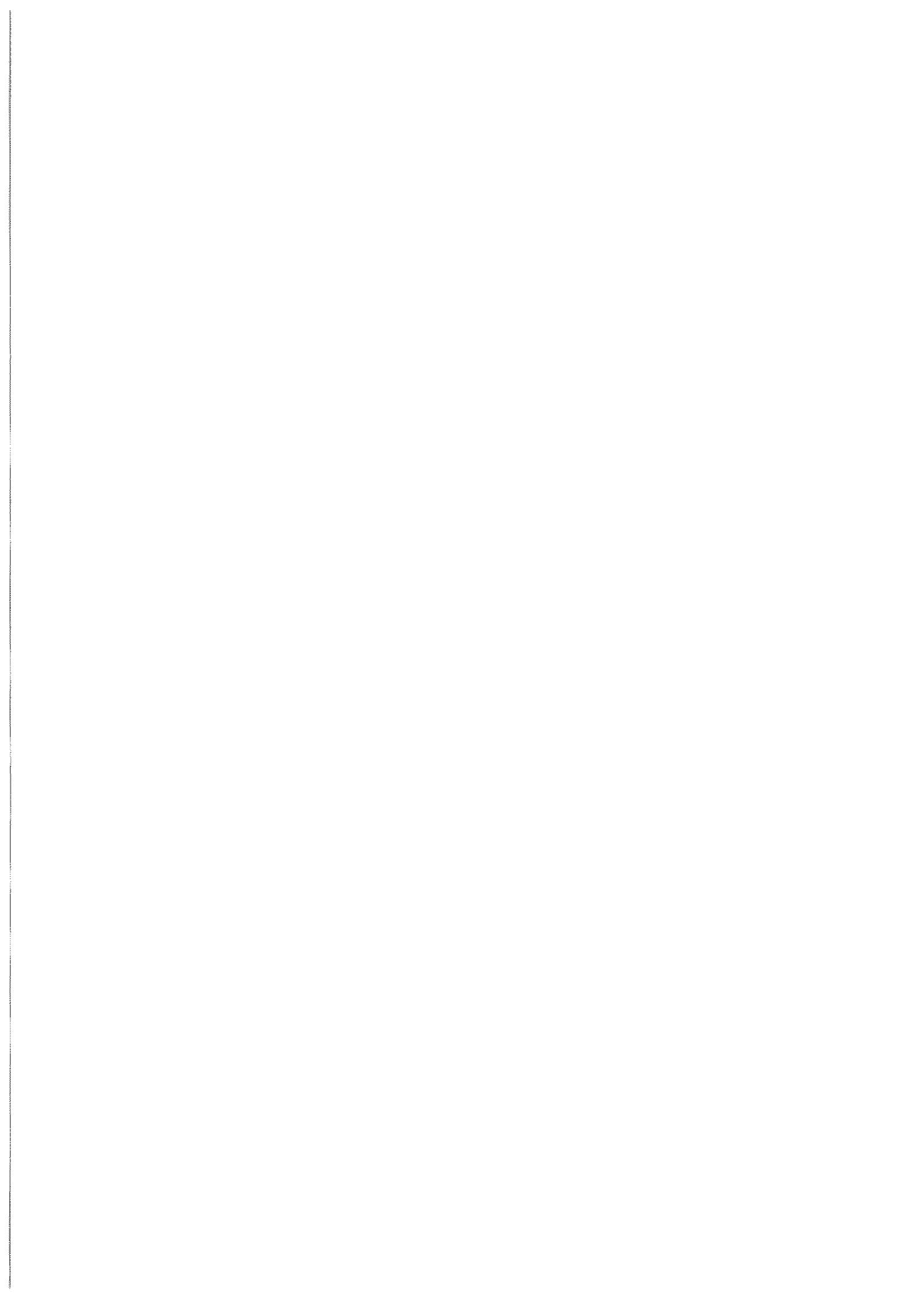
Bis zu 20 Kanäle können über die rückwärtigen 50-poligen Sub-D-Buchsen an den Meßeingang des Digitalmultimeters gelegt werden. Die Verbindung zum Meßeingang (parallel zu den Frontbuchsen) erfolgt jeweils vier-polig. Alle Gerätefunktionen können sowohl über die Frontbuchsen als auch über den optionell eingebauten Meßstellenumschalter genutzt werden. Bei Benutzung des Meßstellenumschalters darf an den Frontbuchsen ein weiteres Meßsignal anliegen. Der eingebaute Meßstellenumschalter limitiert den Wert der maximal zulässigen Eingangsspannung auf 125V (bezogen auf jeden der Anschlüsse des Multiplexers, auf Guard und auf Schutzterde). Bei eingebautem Meßstellenumschalter können keine Rückwandbuchsen montiert werden.

(19) Rückwärtige Eingangsbuchsen (optionell)

Alternativ zu den Anschlußbuchsen des Meßstellenumschalters kann das Gerät Meßeingänge an der Rückwand besitzen. Meßanschlüsse dürfen dann nur an der Rückwand vorgenommen werden. Die Montage von Rückwandbuchsen ist nur bei Geräten ohne Meßstellenumschalter möglich.

(20) Typenschild:

Gibt Auskunft über Gerätetyp und Seriennummer des Gerätes. Geben Sie bitte bei allen Rückfragen Gerätetyp und Seriennummer des betreffenden Gerätes an.



2. Technische Daten

Alle Fehlergrenzen und Stabilitätsangaben werden relativ zu einem auf die Physikalisch Technische Bundesanstalt rückführbaren Kalibrierstandard angegeben.

Die Umgebungstemperatur bei der Kalibrierung beträgt 23 °C.

Wenn nicht anders spezifiziert gelten die angegebenen Daten für beide Digitalmultimeter 6047 und 6048.

2.1. GLEICHSPANNUNG

BEREICHE $\pm 0,2V / \pm 2V / \pm 20V / \pm 200V / \pm 1000V$ 2)

BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder ferngesteuert

MESSZEITEN (sec)	ANZEIGEUMFANG	MAX. AUFLÖSUNG
0,02 + 0,04	19 999	10 μ V
0,1 + 0,2 + 0,4	199 999	1 μ V
1 + 2	1 999 999	100nV
4 + 10 + 20 + 40 + 80	19 999 999	10nV
Achtung bei DMM 6048		
20 + 40 + 80	199 999 999	10nV

STABILITÄT (24h) $\pm (\% \text{ der Anzeige } (\%Az) + \% \text{ der max. Anzeige } (\%m.Az))$ 2),3)

Bereich	6048		6047	
	24h, 23°C \pm 5°C		24h, 23°C \pm 1°C	
	% Az	% m.Az	% Az	% m.Az
0,2V	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
2 V	0,00005	0,00005	0,0001	0,00005
20 V	0,00005	0,00005	0,0001	0,00005
200 V 1)	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
1000 V 1)	0,0002	0,0001	0,0003	0,0001

FEHLERGRENZEN (90 Tage), $\pm (\% \text{ der Anzeige } (\%Az) + \% \text{ der max. Anzeige } (\%m.Az))$ 2), 3)

Bereich	6048		6047	
	23°C \pm 5°C		23°C \pm 5°C	
	% Az	% m.Az	% Az	% m.Az
0,2V	0,0004	0,0001	0,0005	0,0001
2 V	0,0003	0,00005	0,0005	0,00005
20 V	0,0003	0,00005	0,0004	0,00005
200 V 1)	0,0004	0,0001	0,0008	0,0001
1000 V 1)	0,0005	0,00015	0,0010	0,00015

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet. Der 1000 V Bereich entfällt.

Thermospannung an den Kontakten max. 1 μ V

2) Werte jeweils \pm 1 Digit und nach Offsetkorrektur. Gültig für konstantes Eingangssignal; es sind \pm 0,0005 % max. Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

3) % m.Az. bezieht sich auf einen Anzeigeumfang von 199 999 99 bzw. 199 999 999

TECHNISCHE DATEN

FEHLERGRENZEN (1 Jahr), \pm (% der Anzeige (%Az) + % der max.Anzeige (%m.Az)) 2), 3)

Bereich	6048 23°C \pm 5°C		6047 23°C \pm 5°C	
	% Az	% m.Az	% Az	% m.Az
0,2V	0,0006	0,00015	0,0008	0,00015
2 V	0,0005	0,0001	0,0007	0,0001
20 V	0,0005	0,0001	0,0007	0,0001
200 V 1)	0,0007	0,00015	0,0010	0,00015
1000 V 1)	0,0008	0,00015	0,0014	0,00015

Bei Angabe der Stabilitätsdaten und der Fehlergrenzen wird vorausgesetzt, daß der meßzeitabhängige Anzeigebereich groß genug eingestellt ist, um die entsprechende Genauigkeit darstellen zu können. Zum Fehler in % der maximalen Anzeige (%m.Az.) ist ein Rundungsfehler von ± 1 Digit hinzuzurechnen. Außerdem wird vorausgesetzt, daß die "Guard"-Buchse mit der "V/ Ω -LO"-Buchse verbunden ist.

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN (10°C-18°C und 28°C-40°C)	6048		6047
	Bereich	\pm % Az/°C	\pm % Az/°C
	0,2V	0,00005	0,00015
	2 V	0,00005	0,0001
	20 V	0,00005	0,0001
	200 V 1)	0,0001	0,0002
	1000 V 1)	0,0001	0,0002

NULLPUNKT (Offsetspannung nach 1 Stunde Aufwärmzeit)

Temperaturkoeffizient 6048:	besser als 0,05 μ V/°C
Temperaturkoeffizient 6047:	besser als 0,3 μ V/°C
Langzeitstabilität:	besser als 1 μ V über 90 Tage

EINGANGSWIDERSTAND	Bereich	
	$\pm 0,2$ V, ± 2 V, ± 20 V	> 10 G Ω
	± 200 V, ± 1000 V	10 M Ω

STÖRUNGSUNTERDRÜCKUNG (gemessen durch Erhöhen des Störungsspitzenwertes bis zur Fehlanzeige von 1 Digit bei einer Meßzeit von 400 msec ohne Filter)

Serientaktunterdrückung	50 Hz Netz:	besser als 100 dB
	46 Hz bis 56 Hz:	besser als 50 dB
	Der Spitzenwert der überlagerten Wechselspannung muß kleiner als der Gleichspannungsanteil sein	

Gleichtaktunterdrückung (Schirm niederohmig mit der schwarzen ("V, Ω -Lo") Buchse verbunden, mit 1k Ω in der "Lo"-Zuleitung)	Gleichspannung:	160 dB
	50 Hz Netz:	160 dB

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet. Der 1000 V Bereich entfällt.

2) Werte jeweils ± 1 Digit und nach Offsetkorrektur. Gültig für konstantes Eingangssignal; es sind $\pm 0,0005$ % max. Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

3) % m.Az. bezieht sich auf einen Anzeigebereich von 199 999 99 bzw. 199 999 999

MESSPAUSEN nach Bereichs- oder Funktionswechsel bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6047/01	Bereich 200mV, 2V 20V bis 1000V 1)	Messpause 200 ms 100 ms
MESSVERFAHREN	vollintegrierendes PREMA-Mehrfach-Rampen-Verfahren (DBP.Nr.2114141, US-Pat. Nr. 3765012)	
POLARITÄTSWECHSEL	automatisch, max. 100 ms Wartezeit nach Polartätswechsel	
ÜBERLASTGRENZEN (bei Vdc)		
"V/Ω-HI" gegen Gehäuse(Schutzleiter)	± 1000 V Spitze bei max. 60 Hz oder ± 1000V Gleichspannung	
"V/Ω-HI" gegen "V/Ω-LO"-Eingang	± 0,2V, ± 2V, ± 20V-Ber. für 60 s Dauerbelastung	± 1000V 1) ± 500V 1)
	± 200V, ± 1000V- Bereich Dauerbelastung	± 1000V 1)
	Bei DMM 6047 mit eingebautem Meßstellenumschalter 6047/01 in allen Bereichen Dauerbelastung	± 125V Spitze mit der Begrenzung $2 \cdot 10^6 \cdot V \cdot Hz$
"V/Ω/LO"-Eingang gegen Schirm	125V Gleichspannung oder Spitzenspannung	
Schirm gegen Gehäuse	125V Gleichspannung oder Spitzenspannung	
"V/Ω/LO gegen Gehäuse	125V Gleichspannung oder Spitzenspannung	

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner (Option 6047/01) ausgerüstet. 1000 V Bereich entfällt

2.1.1 Echtzeit-Ratiomessung (Option 05)

MESSMETHODE Die Ratio-Messung bei DMM 6047 und DMM 6048 wird in Echtzeit durchgeführt. Die Eingangsspannung des Ratio-Einganges wird hierbei als interne Referenz verwendet, zu der dann direkt das Verhältnis gebildet wird. Diese Meßtechnik ermöglicht auch bei Ratiomessungen eine hervorragende Störunterdrückung.

RATIO-(REFERENZ-)EINGANG	5 Vdc bis 20 Vdc
EINGANGSWIDERSTAND	> 10 GΩ
MAX. SIGNALSPANNUNG	2 * Referenzspannung
ANZEIGE	$\frac{\text{Eingangsspannung}}{\text{Referenzspannung}} \quad * 10$

GLEICHTAKTBEREICH
(bezogen auf "-" Signaleingang)
" + " Referenzeingang.....
" - " Referenzeingang.....

-0,5 Vdc bis +20,5 Vdc
-9,8 Vdc bis +9,8 Vdc

FEHLERGRENZEN(1Jahr)
für U_{Ref} von 8 V bis 20 V:

Fehlergrenzen des eingestellten Bereiches

für U_{Ref} von 5 V bis 8 V:

Fehlergrenzen des eingestellten Bereiches mit Faktor [(20 V) / (Ref V)] multiplizieren

ÜBERLASTGRENZEN
zwischen " + " und " - "
Referenzeingang

200 V Spitze

2.2. WIDERSTAND

MESSVERFAHREN 4-polig, wahlweise 2-polig
bei 6048 mit normalem oder niedrigem Meßstrom

BEREICHE 200 Ω, 2 kΩ, 20 kΩ, 200 kΩ, 2 MΩ, 20 MΩ, 200MΩ
Achtung! 200MΩ-Bereich entfällt bei DMM 6047

BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder ferngesteuert

MESSZEITEN (sec)	ANZEIGEUMFANG 2)	MAX. AUFLÖSUNG 2)
0,02 + 0,04	19 999	10mΩ
0,1 + 0,2 + 0,4	199 999	1mΩ
1 + 2	1 999 999	100µΩ
4 + 10 + 20 + 40 + 80	19 999 999	10µΩ
Achtung! bei DMM 6048		
20 + 40 + 80	199 999 999	10µΩ

STABILITÄT (24h), ± (% der Anzeige (%Az) + % der max.Anzeige (%m.Az)) 1)

Bereich	6048 23°C ± 5°C normaler Meßstrom		niedriger Meßstrom		6047 23°C ± 1°C	
	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az
	200 Ω	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002
2 kΩ	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001	0,0002	0,0001
20 kΩ	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
200 kΩ	0,0002	0,0001	0,0004	0,0002	0,0004	0,0002
2 MΩ	0,0004	0,0002	0,0010	0,0003	0,0010	0,0003
20 MΩ	0,0007	0,0003	0,0040	0,0010	0,0040	0,0010
200 MΩ	0,004	0,001				

FEHLERGRENZEN (90 Tage), ± (% der Anzeige (%Az) + % der maximalen Anzeige(%m.Az)) 1)

Bereich	6048 23°C ± 5°C normaler Meßstrom		niedriger Meßstrom		6047 23°C ± 5°C	
	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az
	200 Ω	0,0005	0,0001	0,0005	0,0001	0,0007
2 kΩ	0,0004	0,0001	0,0004	0,0001	0,0006	0,0001
20 kΩ	0,0004	0,0001	0,0004	0,0001	0,0006	0,0001
200 kΩ	0,0005	0,0001	0,0007	0,0002	0,0009	0,0002
2 MΩ	0,0007	0,0002	0,0012	0,0003	0,0012	0,0003
20 MΩ	0,0009	0,0003	0,007	0,001	0,009	0,001
200 MΩ	0,007	0,001				

1) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur. Gültig für konstantes Eingangssignal; es sind +/- 0,0005 % max. Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

2) Werte gültig für 4-Draht-Messung. Bei 2-Draht-Messung bleibt das Meßergebnis auch für Meßzeiten über 4 sec. 7½-stellig. Weiterhin hat der 100Ω-Bereich bei Meßzeiten ab 4 sec. eine Auflösung von 6½ Stellen.

TECHNISCHE DATEN

FEHLERGRENZEN (1 Jahr), \pm (% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige (%m.Az))2)

Bereich	6048 23°C \pm 5°C normaler Meßstrom		6048 niedriger Meßstrom		6047 23°C \pm 5°C	
	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az	%Az	%m.Az
200 Ω	0,0008	0,0001	0,0008	0,0001	0,0012	0,0001
2 k Ω	0,0007	0,0001	0,0007	0,0001	0,001	0,0001
20 k Ω	0,0007	0,0001	0,0007	0,0001	0,0009	0,0001
200 k Ω	0,0007	0,0001	0,0009	0,0002	0,0015	0,0002
2 M Ω	0,0009	0,0002	0,0015	0,0003	0,002	0,0003
20 M Ω	0,0015	0,0003	0,009	0,002	0,015	0,002
200 M Ω	0,009	0,002				

Bei Angabe der Stabilitätsdaten und der Fehlergrenzen wird vorausgesetzt, daß der meßzeitabhängige Anzeigebereich groß genug eingestellt ist, um die entsprechende Genauigkeit darstellen zu können. Zum Fehler in % der maximalen Anzeige (%m.Az.) ist ein Rundungsfehler von ± 1 Digit hinzuzurechnen. Außerdem wird vorausgesetzt, daß die "Guard"-Buchse mit der "V/ Ω -LO"-Buchse verbunden ist.

TEMPERATURKOEFFIZIENTEN

(10°C-18°C, 28°C-40°C)

Bereich	6048 normaler Meßstrom	6048 niedriger Meßstrom	6047
	+/- %Az./°C	+/- %Az./°C	\pm %Az./°C
200 Ω	0,0001	0,0001	0,0001
2 k Ω	0,0001	0,0001	0,0001
20 k Ω	0,0001	0,0001	0,0001
200 k Ω	0,0001	0,00015	0,00015
2 M Ω	0,0002	0,0002	0,0002
20 M Ω	0,0002	0,0008	0,0008
200 M Ω	0,0008		

STROM DURCH MESSWIDERSTAND

Bereich	6048 normaler Meßstrom	6048 niedriger Meßstrom	6047
	200 Ω	1 mA	1 mA
2 k Ω	1 mA	1 mA	1 mA
20 k Ω	1 mA	100 μ A	100 μ A
200 k Ω	100 μ A	10 μ A	10 μ A
2 M Ω	10 μ A	1 μ A	1 μ A
20 M Ω	1 μ A	0,1 μ A	0,1 μ A
200 M Ω	0,1 μ A		

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet.

2) Werte jeweils +/- 1 Digit und nach Offsetkorrektur. Gültig für konstantes Eingangssignal; es sind +/- 0,0005 % max. Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN

6048 normaler Meßstrom ca.25V max.	6048 niedriger Meßstrom ca. 5V max.	6047 ca. 5V max.
---	--	----------------------------

MESSPAUSEN spause nach Bereichs- oder Funktionswechsel bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6047/01	Bereich 200mΩ, 20 bzw. 200MΩ	Mes- 160 ms
--	--	-----------------------

ÜBERLASTGRENZE ± 250V-Spitze 1)

ÜBERLAUFANZEIGE ERROR 1 in der Hauptanzeige

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet.

TECHNISCHE DATEN

2.3. WECHSELSPANNUNG

WANDLUNGSART echter Effektivwert, umschaltbar auf reine Wechselspannung oder auf die Summe aus Gleich- und Wechselspannung

BEREICHE 0,2V / 20 / 20V / 200V / 700V 1)

BEREICHSWAHL manuell, automatisch oder ferngesteuert

MESSZEITEN (sec)	ANZEIGEUMFANG	AUFLÖSUNG
0,1 bis 0,4	199 999	1 μ V
1 bis 80	1 999 999	100 nV

STABILITÄT (24 h), (23°C \pm 1°C) \pm (% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige (%m.Az)) 1), 3)

Bereich	20Hz bis	40Hz bis	1kHz bis	10kHz bis	100kHz bis	1MHz
0,2 V	0,05 + 0,01	0,01 + 0,01	0,01 + 0,02	3 + 0,08		
2 V	0,05 + 0,007	0,005 + 0,005	0,02 + 0,007	0,05 + 0,08	1 + 1	
20 V	0,05 + 0,007	0,005 + 0,005	0,02 + 0,007	0,05 + 0,08	1 + 1	
200 V 2)	0,05 + 0,007	0,005 + 0,005	0,02 + 0,007	0,05 + 0,08	1 + 1	
700 V 2)	0,05 + 0,007	0,02 + 0,007				

FEHLERGRENZEN (1 Jahr)(23°C \pm 5°C) \pm (% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige (%m.Az))1), 3)

Bereich	20Hz bis	40Hz bis	1kHz bis	10kHz bis	100kHz bis	1MHz
0,2 V	0,1 + 0,01	0,03 + 0,01	0,03 + 0,02	3 + 0,1		
2 V	0,1 + 0,01	0,02 + 0,007	0,03 + 0,01	0,1 + 0,1	2 + 1	
20 V	0,1 + 0,01	0,02 + 0,007	0,02 + 0,01	0,1 + 0,1	2 + 1	
200 V 2)	0,1 + 0,01	0,02 + 0,007	0,02 + 0,01	0,1 + 0,1	2 + 1	
700 V 2)	0,1 + 0,01	0,04 + 0,007				

Gleichspannung \pm (0,1 %Az. + 0,05 %m.Az.)

1) Schirm mit schwarzer Buchse des Eingangs Vac verbunden, Sinus-Signal größer als 5% der maximalen Anzeige. Bei Angabe dieser Werte wird vorausgesetzt, daß die "V/Ohm-LO"- Buchse auf geeignete Weise mit Erdpotential verbunden ist.

2) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet. 700 V Bereich entfällt.

3) % m.Az. bezieht sich auf einen Anzeigebereich von 1 999 999

TEMPERATURKOEFFIZIENT

(10°C-18°C und 28°C - 40°C)

0 - 20 kHz

20 kHz - 1 MHz

± (0,001% der Anzeige + 0,0005 % der max. Anzeige)/°C

± (0,005% der Anzeige + 0,001 % der max. Anzeige)/°C

CREST-FAKTOR

7 : 1

Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 3,5 x Meßbereichsnennwert oder 1 000 V.

EINGANGSWIDERSTAND

10 MΩ || kleiner 60pF

MESSPAUSEN

nach Bereichs- oder Funktionswechsel
bzw. nach Meßstellenumschaltung bei
Option 6047/01

Bereich

200 mV bis 700 V

Messpause

500ms

ÜBERLASTGRENZEN

"V/Ω-HI" gegen "V/Ω-LO"-Eingang

± 1000V Spitze mit der Begrenzung $1 \cdot 10^7 \cdot V \cdot Hz$

"V/Ω/LO"-Eingang gegen Schirm

125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

Schirm gegen Gehäuse

125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

"V/Ω/LO gegen Gehäuse

125V Gleichspannung oder Spitzenspannung

EINSCHWINGZEIT

0,5 s auf 0,1%

1) Bei Ausrüstung mit Scanner 6047/01, maximale Eingangsspannung 125 V.

2.4. GLEICHSTROM

BEREICHE	$\pm 2A$
MESSZEITEN	20 ms bis 20 s
MAX. ANZEIGEUMFANG	1 999 999
MAX. AUFLÖSUNG	1 μA
FEHLERGRENZEN (1Jahr), 23°C \pm 5°C \pm (% der Anzeige (%Az.) + % der max. Anzeige (%m.Az)) 2)	
2A-Bereich	0,003 % Az. + 0,001 % m.Az.
TEMPERATURKOEFFIZIENT (10°C-18°C und 28°C-40°C)	
2A-Bereich	$\pm (0,0003 \% \text{ Az} + 0,0001\% \text{ m.Az.})/^\circ\text{C}$
BÜRDENSPANNUNG	
2A-Bereich mit Option 6047/01 installiert	kleiner 0,6V kleiner 2V
MESSPAUSEN	200 ms nach nach Bereichs- oder Funktionswechsel bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6047/01
ÜBERLASTGRENZEN	max. 2A/250V-Spitze (Schmelzsicherung 2A) 1) Bei der Funktion Gleichstrom sind die V/Ohm-LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen beiden Buchsen darf $\pm 100\text{mA}$ (Schmelzsicherung 100mA) betragen.
ÜBERLAUFANZEIGE	ERROR 1 in der Anzeige

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet.

2) Werte jeweils ± 1 Digit und nach Offsetkorrektur. Gültig für konstantes Eingangssignal; es sind $\pm 0,0005\%$ max. Az. innerhalb 100 ms nach Signaländerung zu addieren.

2.5. WECHSELSTROM

BEREICH	$\pm 2A$ eff
MAX. ANZEIGEUMFANG	1 999.999
MESSZEITEN	100 msec - 20 sec
AUFLÖSUNG	1 μA
FEHLERGRENZEN (1 Jahr), 23°C \pm 5°C \pm (% der Anzeige (%Az) + % der max. Anzeige (%m.Az)) 2)	
2A-Bereich 30Hz bis 1kHz bis 5kHz	
	/ 0,04+0,04 / 0,2+0,07 /
Gleichstrom	\pm (0,1% + 0,05%)
TEMPERATURKOEFFIZIENT (10°C-18°C und 28°C-40°C) (0°C-10°C und 40°C-50°C)	\pm (0,004 %Az. + 0,002 %m.Az.) \pm (0,008 %Az. + 0,004 %m.Az.)
CREST-FAKTOR	7 : 1 Der Spitzenwert darf nicht größer sein als 3,5 x Meßbereichs-nennwert oder 3A.
BÜRDENSPANNUNG	
2A-Bereich mit Option 6047/01 installiert	kleiner 0,6V kleiner 2V
MESSPAUSEN	500 ms nach nach Bereichs- oder Funktionswechsel bzw. nach Meßstellenumschaltung bei Option 6047/01
ÜBERLASTGRENZEN	max. 2A/250V-Spitze (Schmelzsicherung 2A) 1) Bei der Funktion Wechselstrom sind die "V/Ohm-LO"-Buchse und die "A-LO"-Buchse intern verbunden. Der maximale Strom zwischen diesen beiden Buchsen darf \pm 100mA (Schmelzsicherung 100mA) betragen.
EINSCHWINGZEIT	1 s auf 0,1%
ÜBERLAUFANZEIGE	ERROR 1 in der Anzeige

1) Max. 125V Spitze, wenn mit Scanner-Option ausgerüstet.

2) Schirm mit schwarzer Buchse des Eingangs Vac verbunden, Sinus-Signal größer als 5% der max. Anzeige.

2.6. TEMPERATUR °C, °F, K (nur bei DMM 6001)

MESSVERFAHREN	4-polig, Pt 100-Messung mit Linearisierung	
ANZEIGEBEREICH	Anzeigeumfang	Auflösung
Celsius	- 200°C bis + 850°C	0,01°C
Fahrenheit	- 328°F bis + 1562°F	0,01°F
Kelvin	+ 73 K bis + 1123 K	0,01 K
MESSTROM	100µA	
SPANNUNG AN OFFENEN KLEMMEN	ca. 5V	
MESSZEITEN (sec)	0.2 + 0.4 + 1 + 2 + 4 + 10 + 20 + 40 + 80	
MESSPAUSEN	160 msec nach Bereichs-, Funktionswechsel bzw. Meßstellenumschaltung mit Option 6047/01.	
FEHLERGRENZEN	± 0,05°C über den gesamten Bereich bei 23°C ± 5°C für 1 Jahr (ohne Fühlertoleranz)	
TEMPERATURKOEFFIZIENTEN		
	10°C-18°C, 28°C-40°C	0,001°C/°C
	0°C-10°C, 40°C-50°C	0,002°C/°C
FÜHLERABGLEICH	bei beliebiger, genau bekannter Temperatur im gesamten Bereich wahlweise °C, °F oder Kelvin	
LINEARISIERUNG	nach Norm DIN IEC 751	

2.7. TRIGGEREINGANG

TRIGGERUNG	positive Flanke mit einer zeitlichen Unsicherheit von maximal 10 ms bis zum Start einer Messung
min. Impulshöhe	+ 2V
max. Impulshöhe	+ 15V
Überlastgrenze	± 25V
Steckverbindung	3,5 mm Klinkenstecker
max. Spannung zwischen Triggereingangsbuchse und Netzerde	50 V

Die Buchse ist galvanisch vom Gehäuse getrennt. Der Masseanschluß der Buchse (äußere, sichtbare Hülse) ist mit IEEE-Masse verbunden.

2.8. SCANNER/MESSTELLENUMSCHALTER 6047/01 (Option)

SCHALTUNGSART	4-fach 1 aus 20
KANÄLE	20
KONTAKTE JE KANAL	4, d.h. keine Reduzierung der Kanalzahl bei 4-Draht-Anordnung
SCHALTUNGSART	monostabiler mechanisches Relais
THERMOSPANNUNGEN	kleiner 1 μ V nach 1,5h Aufwärmzeit
SCHUTZSCHIRM	vorhanden
MAX. SPANNUNG ZWISCHEN 2 KONTAKTEN EINES KANALS	125 V-Spitze mit der Begrenzung 1 000 000 x V x Hz.
MAX. MESSPANNUNG	125V-Spitze (auch über den V/ Ω -Eingang) mit der Begrenzung $1 \cdot 10^6 \cdot V \cdot \text{Hz}$.
MAX. SCHALTSTROM	2A
ZEIT ZWISCHEN 2 SCHALT- VORGÄNGEN	kleiner 100 ms
VERZÖGERUNG DES MESSBEGINNS NACH KANALUMSCHALTUNG	siehe Punkt MESSPAUSEN der jeweiligen Funktion
MAX. DAUERSCHALTFREQUENZ	5 Hz (abhängig von den Verzögerungszeiten nach Kanalumschaltung, siehe MESSPAUSEN der jeweiligen Funktion.
MAX. DURCHGANGSWIDERSTAND (PRO LEITUNG)	ca. 0,4 Ω
LEBENSDAUER	2 x 100 000 000 Schaltspiele (0,1 A, 10 Vdc)
ISOLATIONSWIDERSTAND ZWISCHEN 2 KONTAKTEN	3 G Ω bei rel. Luftfeuchtigkeit unter 60%
ISOLATIONSWIDERSTAND GEGEN GEHÄUSE	3 G Ω bei rel. Luftfeuchtigkeit unter 60%
KAPAZITÄT ZWISCHEN DEN KON- TAKTEN	kleiner 100 pF
INTERVALLZEIT	1 bis 9999 Minuten
TRIGGERVERZÖGERUNGSZEIT	0,1 bis 999,9 sec
EINSCHALTDAUER	0,1 bis 999,9 sec

2.9. IEEE-488-BUS-SCHNITTSTELLE

BETRIEBSARTEN	TALKER/LISTENER oder TALK ONLY
ENTKOPPLUNG VOM EINGANG	galvanisch von der Eingangsstufe getrennt
AUSGANGSINFORMATION	numerische Daten von Meßergebnis, Rechenergebnis, Funktion, Bereich Meßzeit, Rechenprogrammnummer, Tastencode, Konstanten und andere Geräteeinstellungen
EINGANGSINFORMATION	Funktion, Bereich, Meßzeit, Startbefehl, Kalibriersollwert, Anzeigetext und Geräteeinstellungen, triggerbar über GET
ADRESSE	wählbar von 0 bis 30, TALK ONLY einstellbar über die Tastatur
AUSRÜSTUNG	SH1, AH1, T5, L3, RL1, DC1, DT1, SR1
TASTATUR	abschaltbar über REN, zuschaltbar über GTL, verriegelbar über LLO
SCHLUSS-ZEICHEN	9 verschiedene Kombinationen wählbar
KOMPATIBILITÄT	IEEE-Standard-488 (1978) und IEC 625 Teil 1 und 2
BUS-STECKVERBINDER	24-polig entsprechend IEEE-488

2.10. ALLGEMEINES

AUFWÄRMZEIT

20 min. bis zur 1-Jahres-Genauigkeit
1 Stunde bis zur vollen Genauigkeit

LUFTFEUCHTIGKEIT

bis 25°C
über 25°C

bis zu 75% rel.
bis zu 65% rel.

STROMVERSORGUNG

100V, 120V, 220V, 240V umschaltbar, 50 oder 60 Hz, 20VA

GEWICHT

ca. 5,1 kg

GEHÄUSE

Aluminium-19-Zoll-Flachgehäuse

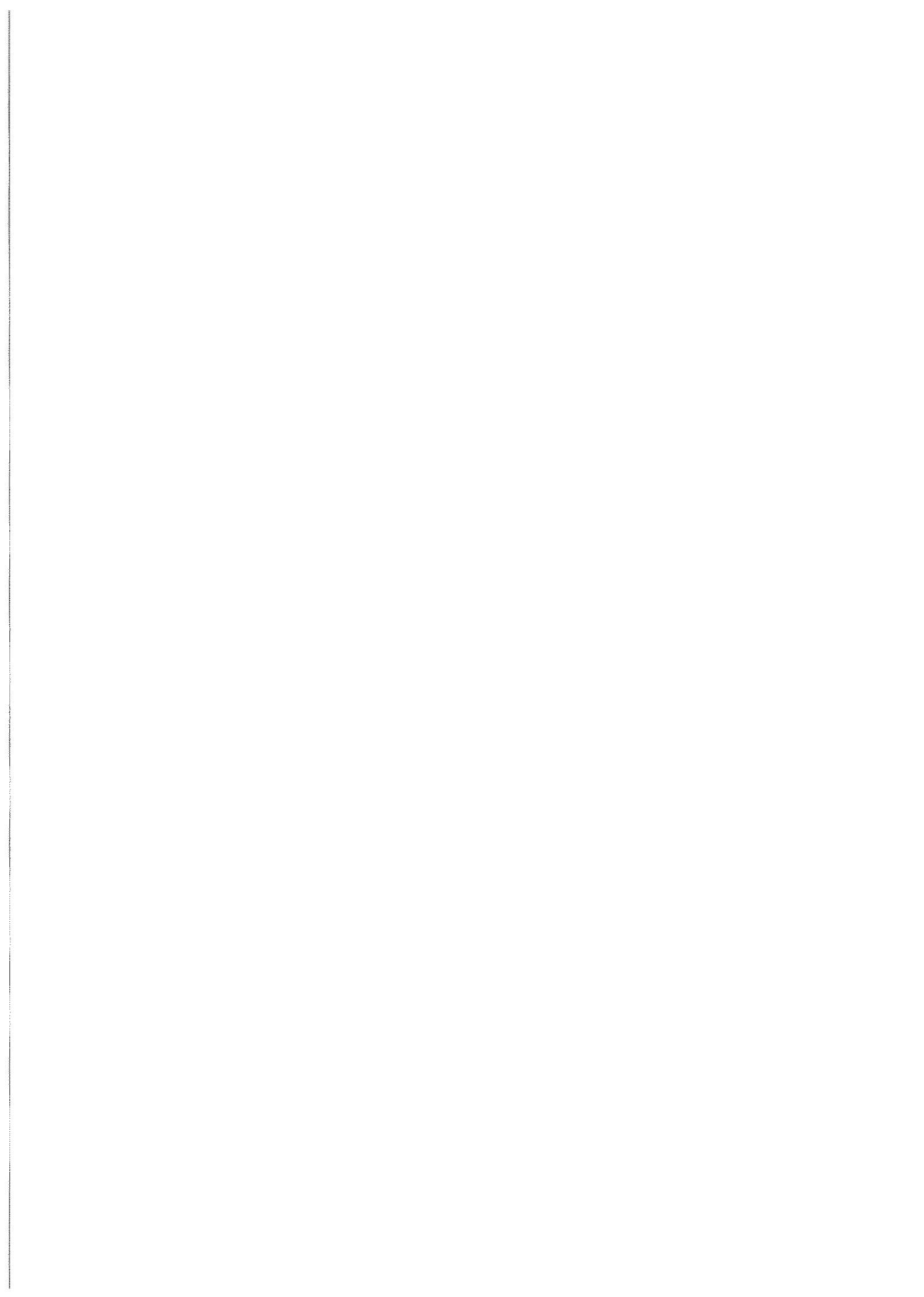
ABMESSUNGEN

Tischgehäuse

Höhe ohne Füße	ca. 88 mm
Höhe mit Füßen	ca. 105 mm
Breite	ca. 444 mm
Tiefe ohne Griffe und Be- dienungselemente	ca. 356 mm
Tiefe mit Griffen	ca. 396 mm

2.11. BASIS-GERÄTEEINSTELLUNGEN nach dem Einschalten

MESSFUNKTION	Gleichspannung (Vdc)
MESSBEREICH	1000V-Bereich
INTEGRATIONSZEIT	1 sec
AUTOMATIK	abgeschaltet
BETRIEBSART	Meßbetrieb, kontinuierlich
PROGRAMM	kein Programm eingestellt
ANZEIGE	Meßwert, 6 1/2-stellig
DIGITALER FILTER	abgeschaltet
KONSTANTEN	alle Konstanten C0 bis C9 gelöscht
KANALANWAHL (Option Scanner)	alle Kanäle abgeschaltet, Frontbuchsen angeschaltet
KANALVORWAHL (Option Scanner)	kein Kanal angewählt, alle Zeiten = 0, Automatische Kanalumschaltung abgeschaltet
IEEE-Bus	
STRINGFORMAT	Langstring, Meßwert- und Zustandsinformation
SERVICE-REQUEST-FUNKTION	abgeschaltet, kein SRQ
DISPLAY-BETRIEB	abgeschaltet
FERNSTEUERUNG	abgeschaltet, manuelle Bedienung
IEEE-ADRESSE UND SCHLUSS- ZEICHEN	Einstellung Adresse 07, Schlußzeichen 8 oder letzte gesicherte Einstellung
TRIGGEREINGANG	abgeschaltet



3. Inbetriebnahme

3.1. Lieferung

Jedes PREMA-Meßgerät wird vor dem Versand ausführlich und sorgfältig auf einwandfreien Zustand und die Einhaltung aller elektrischen Daten geprüft. Das Gerät sollte sich deshalb beim Empfang in mechanisch und elektrisch einwandfreiem Zustand befinden. Um Transportschäden auszuschließen, sollte das Gerät sofort nach Entgegennahme überprüft werden. Im Falle von Beanstandungen ist zusammen mit dem Überbringer eine Schadensbestandsaufnahme abzufassen. Vergleichen Sie bitte auch sofort den auf dem Lieferschein angegebenen Lieferumfang mit dem Inhalt der Lieferung.

3.2. Anschluß des Gerätes an das Netz

Dieses PREMA-Meßgerät ist für den Anschluß an das Wechselspannungsnetz 100V/120V/220V/240V, Netzfrequenz 50/60Hz eingerichtet. Für den Netzanschluß befindet sich auf der Rückseite des Gerätes ein DIN-Kaltgerätestecker mit Schutzkontakt. Überzeugen Sie sich bitte vor Anschluß des Gerätes an das Netz von der richtigen Einstellung (Typenschild/ Netzsicherung).

Der Spannungswahlschalter mit integrierter Netzsicherung ist in der linken Hälfte des Kaltgerätesteckers untergebracht. Entfernen Sie zuerst den Netzstecker. An der linken Steckerkante wird dann ein Schlitz zugänglich. Setzen Sie hier einen kleinen Schraubendreher an, und hebeln Sie den Spannungswahl-Sicherungsschalter-Einsatz heraus. Überprüfen bzw. tauschen Sie die Sicherung und wählen Sie beim Wiedereinsatz die richtige Netzspannung. Zur Umstellung des Gerätes auf eine andere Netzfrequenz siehe Kapitel Kalibrierung.

Spannungsänderungen von $\pm 10\%$ und Frequenzänderungen von $\pm 4\%$ sind zulässig. Die Leistungsaufnahme beträgt ca. 20VA. Das Gerät ist für 220/240V mit einer Feinsicherung 0,2A träge abgesichert. Bei Umstellung auf eine Netzspannung von 100V oder 120V sollte diese gegen eine Feinsicherung 0,4A träge ausgetauscht werden.

Über den auf der Frontplatte befindlichen Drucktastenschalter "POWER" wird das Meßgerät zweipolig mit dem Netz verbunden.

3.2.1 Erdung

Zur Sicherheit des Anwenders wird das Gerätegehäuse durch Verbinden des Netzanschlußkabels mit einer geeigneten Schutzkontaktsteckdose geerdet. Das Gehäuse ist von der Abschirmung (GUARD), von den Meßbuchsen, dem Triggereingang und dem IEEE-Interface galvanisch getrennt.

3.3. Unfallverhütung

Beim Betrieb dieses Meßgerätes müssen die dem Gebrauch von Meßgeräten allgemein zu Grunde liegenden Unfallverhütungsvorschriften beachtet werden.

3.4. Besonderheiten bei Einbau des Meßstellenumschalters

Bei Einbau des optionell angebotenen Meßstellenumschalters muß zum Schutz des Anwenders beachtet werden, daß der Meßstellenumschalter die Höchstgrenzen für Gleich- und Wechselspannungsmessungen limitiert. Mit eingebautem Meßstellenumschalter dürfen, auch bei Anschluß des Meßsignals an die Frontbuchsen, maximal 125 Vdc-Spitze angelegt werden. Schäden, die am Meßstellenumschalter durch Mißachtung der Grenzwerte entstehen, fallen nicht unter die Garantieverpflichtungen.

3.5. Garantie

PREMA garantiert die zuverlässige Funktion des Gerätes und die Richtigkeit der Kalibrierdaten für die Dauer eines Jahres nach Auslieferung.

Innerhalb dieser Zeit anfallende Reparaturen werden ohne Berechnung ausgeführt.

Schäden, die durch unsachgemäßen Gebrauch des Gerätes oder durch Überschreiten der angegebenen Grenzwerte verursacht werden, fallen nicht unter die Garantieverpflichtungen.

Ebenso weisen wir ausdrücklich darauf hin, daß für Folgeschäden jegliche Haftung ausgeschlossen ist.

3.6. Einschalten des Gerätes

Das Gerät wird durch Eindrücken des Drucktastenschalters "POWER" eingeschaltet. Nach dem Einschalten und dem Ablauf der Selbsttestroutinen, bei denen die Funktion der im Gerät enthaltenen elektronischen Komponenten sowie der Relais getestet wird, schaltet das Gerät in die Einstellung Gleichspannungsmessung, 1000V-Bereich. Die Automatik ist ausgeschaltet. Alle Multiplexereingänge bei eingebautem optionellen Meßstellenumschalter sind abgeschaltet. Die Integrationszeit beträgt im kontinuierlichen Meßbetrieb 1 sec, das Gerät zeigt das Meßergebnis. Ferner ist kein Mathematikprogramm angewählt (Programmnummern-Anzeige "00"). Der Triggereingang ist abgeschaltet und das Gerät ist für manuelle Bedienung bereit, also nicht im Fernsteuerzustand. Das digitale Filter ist abgeschaltet.

Beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus gilt:

Die Basis-Geräteadresse ist vom Werk auf IEEE.07.8, also Adresse 7, Endzeichen 8 (EOI) eingestellt, Displaybetrieb und SRQ-Betrieb sind abgeschaltet. Ohne weitere Vereinbarung wird im Langstring-Format ausgegeben (s. Kapitel IEEE-Bus).

Die Basis-Geräteadresse kann vom Anwender frei gewählt werden (s. Kapitel IEEE-Bus).

4. Geräteaufbau

Der Aufbau des Digitalmultimeters ist in mehrere funktionell unterschiedliche Komponenten gegliedert. Der zentrale Mikroprozessor (Bild 4.1) steuert die Durchführung der Messung, die Abfrage der Tastatur, das Beschreiben der Anzeige, das Schalten der Funktions- und Bereichsrelais sowie die Auswahl des Meßkanales bei optionell eingebautem Meßstellenumschalter. Ferner bedient er die IEEE-Bus-Schnittstelle und organisiert den internen, seriellen Datenverkehr.

Unabhängig von der Steuerung der Hardware ermöglicht der Prozessor eine Fülle von rein softwaremäßigen Funktionen wie z.B. die Ausführung von Mathematikprogrammen, die einfache digitale Kalibrierung sowie Selbsttests und Fehlererkennung.

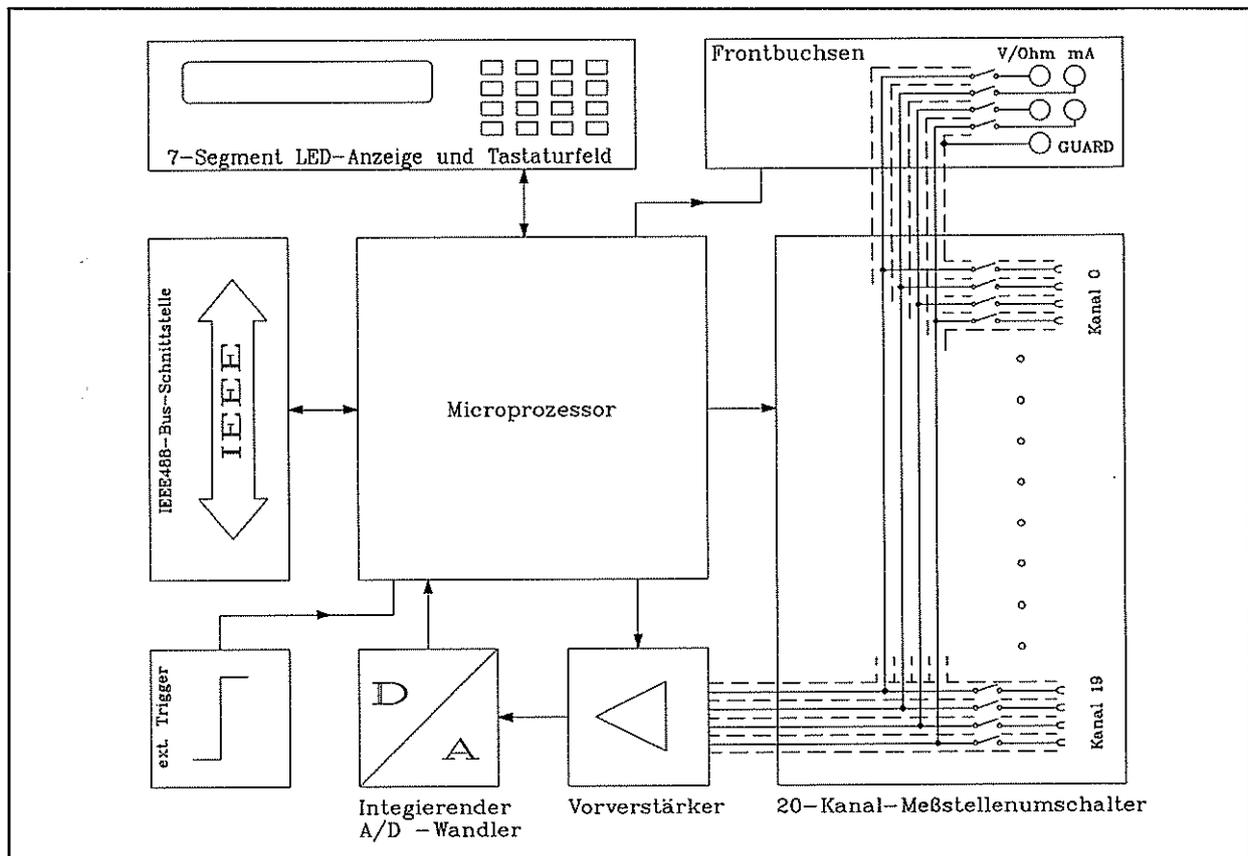


Bild 4.1.: Blockschema des Geräteaufbaus

Mikroprozessorplatine, die beiden Analogplatinen und der optionelle Meßstellenumschalter sind zur gegenseitigen Entkopplung räumlich voneinander getrennt angeordnet. Der Datenaustausch zwischen Analogteil und Prozessorplatine erfolgt, über Optokoppler galvanisch getrennt, durch serielle Übertragung. Eine Beeinflussung zwischen den analogen und digitalen Komponenten ist somit nahezu ausgeschlossen.

Für die Relaiskontakte des optionellen Meßstellenumschalters können Thermospannungen kleiner $1 \mu\text{V}$ garantiert werden.

Der durchdachte Aufbau des Analogteils reduziert die Anzahl kritischer Komponenten und den Bauteilenumfang auf ein Mindestmaß und erhöht damit die Zuverlässigkeit.

Der Gesamtaufbau garantiert die Einhaltung aller angegebenen Daten. Die Verwendung eines 19"-Gehäuses erlaubt den einfachen Einbau in ein Mess-System.

4.1. Meßeingänge

Zum Anschluß der Meßsignale besitzt das Digitalmultimeter auf der Frontplatte, optionell auch auf der Rückwand, Sicherheitsbuchsen. Bei Einbau des optionellen Meßstellenumschalters können die Frontbuchsen abgeschaltet oder als 21. Kanal zugeschaltet werden. Die Rückwandbuchsen können nicht montiert werden, wenn das Multimeter mit dem Meßstellenumschalter bestückt ist.

4.1.1. Anschluß der Meßkabel

Meßsignale sollen stets so angeschlossen werden, daß der dem Erdpotential am nächsten liegende Meßanschluß mit der schwarzen Eingangsbuchse (LO), der Meßanschluß mit höherem Potential mit der roten Eingangsbuchse (HI) verbunden ist. Die Anzeige zeigt dann einen Meßwert mit positivem Vorzeichen. Ist das Potential an der schwarzen Buchse größer als an der roten Buchse, dann liefert die Anzeige einen Meßwert mit negativem Vorzeichen.

Spannungsanschlüsse sowie Anschlüsse für Zweidraht-Widerstandsmessungen werden über die beiden linken, und mit V, kOhm gekennzeichneten Buchsen vorgenommen. Anschlüsse für Vierdraht-Widerstands- oder Temperaturmessungen werden über die beiden linken Buchsen (Meßeingänge) und über die beiden rechten Buchsen (Stromquelle) vorgenommen. Dabei muß auf die richtige Polung geachtet werden (HI-HI, LO-LO). Stromanschlüsse erfolgen über die beiden rechten mit "mA" und "OHM-Source" gekennzeichneten Buchsen.

4.1.2. Grenzdaten der Meßeingänge

Beim Anschluß von Meßsignalen müssen die vorgeschriebenen Grenzdaten beachtet werden. Diese Grenzdaten sind auf der Frontplatte neben den Meßeingängen angegeben (Bild 4.1.2). Die Grenzdaten unterscheiden sich bei Geräten mit und ohne optionellem Meßstellenumschalter wie folgt:

	ohne eingebautem Meßstellenumschalter	mit
Meßeingang		
HI-LO	1000V peak	125V peak
LO-Erde	125V peak	125V peak
GUARD-Erde	125V peak	125V peak
GUARD-LO	125V peak	125V peak
Ohm-Source		
HI-LO	250V peak/2A peak	125V peak/2A peak
LO-Erde	125V peak	125V peak

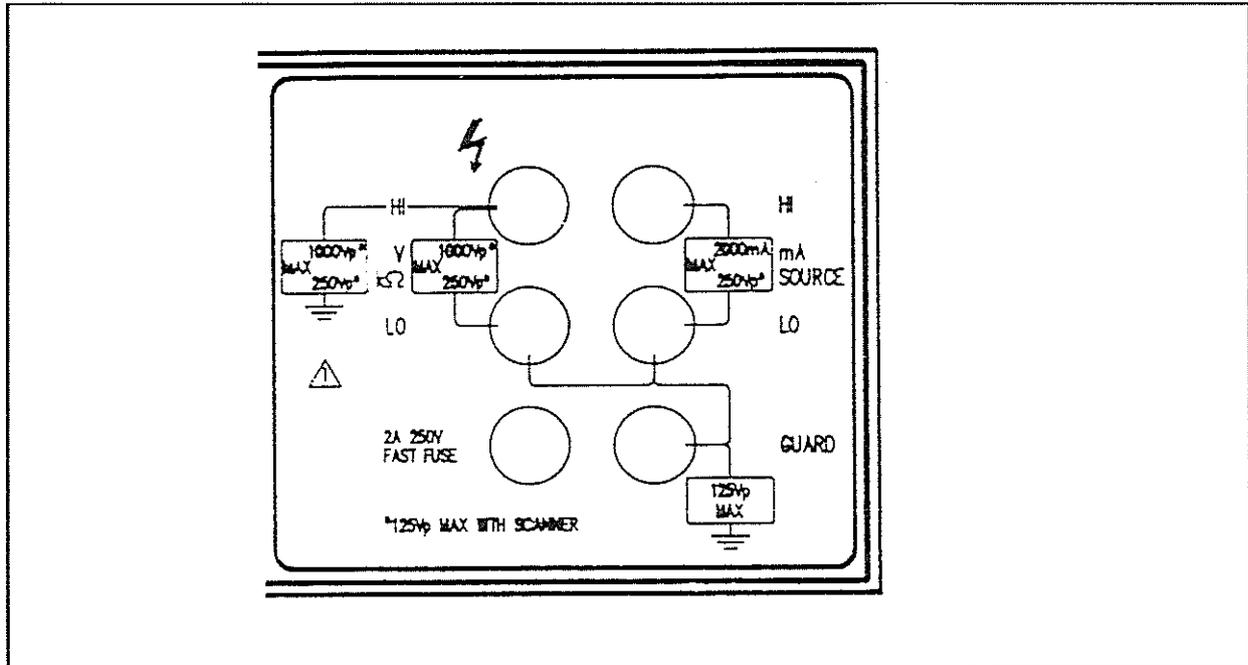


Bild 4.1.2.: Kennzeichnung der Grenzdaten auf der Frontplatte

4.2. Schirmung (GUARD)

Alle Meßeingänge sind von Schirmleitungen umgeben. Für eine einwandfreie Schirmung ist die Beachtung einiger Regeln (siehe Bedienungshinweise der jeweiligen Meßfunktion) von großer Bedeutung. Bei eingebautem optionellem Meßstellenumschalter besitzen alle Meßkanäle den gleichen Schirm. Der Schirm des Meßkabels wird mit dem Schirm des Digitalmultimeters über die blaue, mit GUARD beschriftete, Buchse verbunden. Die oben genannten Grenzdaten sind zu beachten.

4.3. Triggereingang

Über den auf der Rückwand isoliert montierten Triggereingang können einzelne Messungen durch einen kurzen Triggerimpuls gestartet werden. Dazu muß das Gerät in die Betriebsart "Einzelmessung" geschaltet werden. Der Anschluß erfolgt mit einem 3,5 mm Klinkenstecker. Der Triggereingang ist für TTL Pegel (0V = LOW, 5V = High) ausgelegt.

Der äußere Teil der Buchse liegt auf Mikroprozessor-Masse (IEEE-Masse), der innere Teil führt das Signal (Bild 4.3.1.).

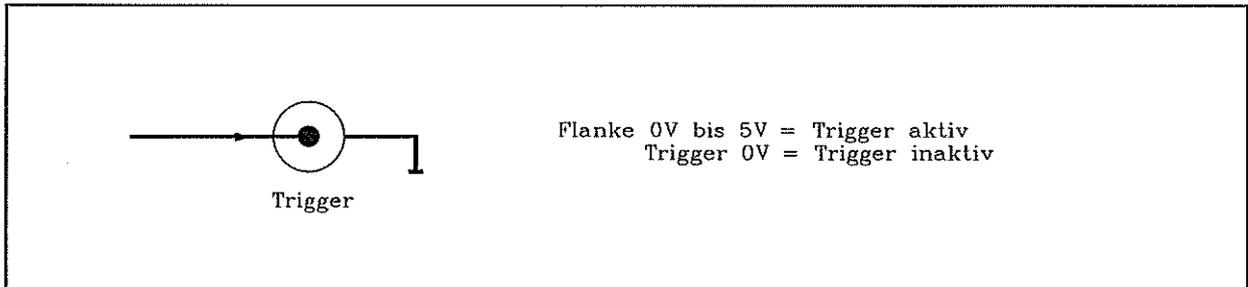


Bild 4.3.1.: Anschlußbelegung der Triggerbuchse

Die Triggerbuchse ist galvanisch von Schutzterde getrennt. Startzeitpunkt für eine Einzelmessung ist die ansteigende Flanke des Triggerpulses mit einer zeitlichen Unsicherheit von 10 msec (Bild 4.3.2.). Jeder Triggerpuls startet eine neue Messung. Trifft während einer Messung ein weiterer Triggerpuls ein, dann bleibt die gerade stattfindende Messung unberücksichtigt und es wird ein neuer Start ausgeführt.

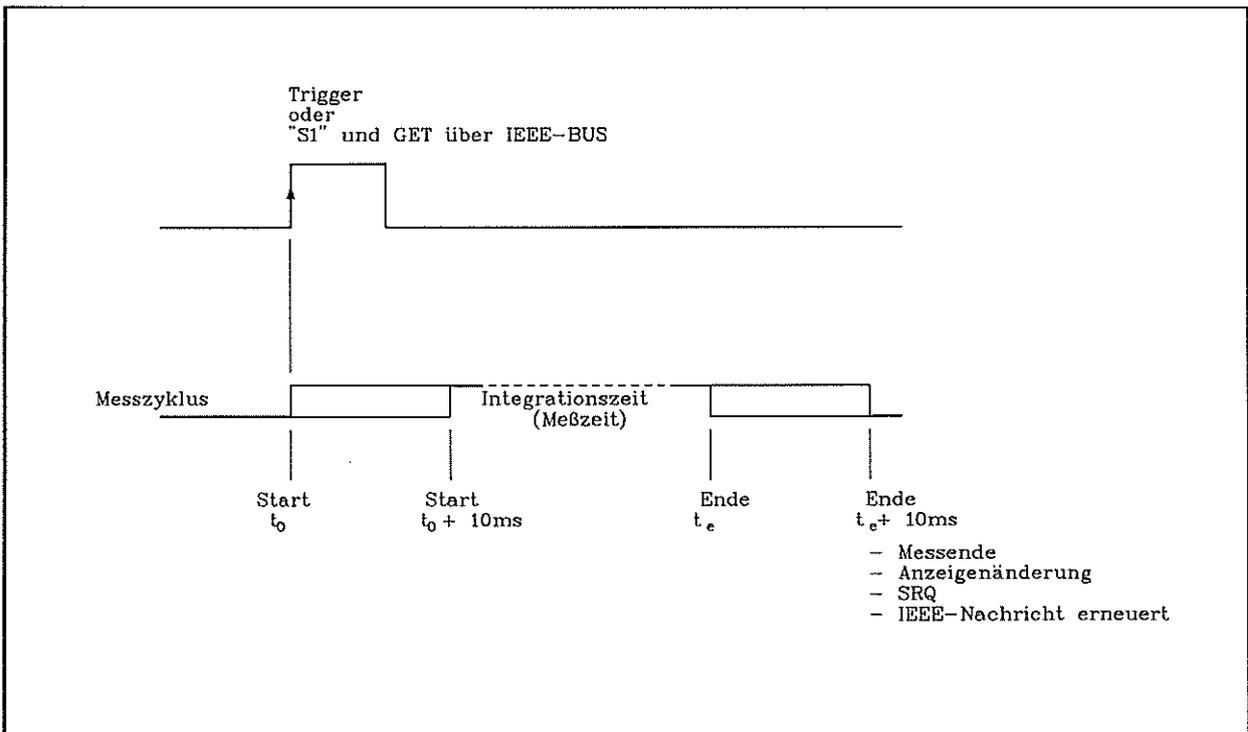


Bild 4.3.2.: Start der Messung durch Triggersignal

Das Triggersignal muß mindestens 2V, maximal 15V betragen und darf +/- 25V nicht übersteigen. Die maximal zulässige Spannung zwischen Signal und Erde beträgt 50V. Die Dauer des Triggerimpulses muß mindestens 400 µsec betragen.

4.4. IEEE-488-Bus-Interface

Für den Anschluß eines Computers über die IEEE-488-Bus-Schnittstelle wird die 24-polige IEEE-Buchse benutzt. An den IEEE-Bus dürfen laut Norm maximal 16 Geräte über eine Gesamtleitungslänge von maximal ca. 20 Metern angeschlossen werden, wobei der Abstand von Gerät zu Gerät maximal 2 Meter betragen darf.

Der zur Steuerung angeschlossene Computer (CONTROLLER) kann das Digitalmultimeter zum Empfang von Daten als LISTENER oder zum Senden von Daten als TALKER adressieren und Daten mit dem Gerät austauschen. Der Austausch von Daten erfolgt über 8 Datenleitungen nach einem in der Norm festgelegten Protokoll mit den 3 Übergabesteuerleitungen DAV, NRFD und NDAC (Handshake). 5 Schnittstellensteuerleitungen dienen zur Steuerung des IEEE-Bus durch den CONTROLLER. Die Anschlußbelegung (Bild 4.4.1.) der Leitungen an der 24-poligen Buchse entspricht der IEEE-488-Norm.

DIO1	1	13	DIO5	<u>Datenbus:</u>	INPUT/OUTPUT
DIO2	2	14	DIO6	DIO1-DIO8 Datenbits 1-8	I/O
DIO3	3	15	DIO	<u>Übergabesteuerbus:</u>	
DIO4	4	16	DIO8	DAV DATA VALID	I/O
EOI	5	17	REN	NRFD NOT READY FOR DATA	I/O
DAV	6	18	GND(6)	NDAC NO DATA ACCEPTED	I/O
NRFD	7	19	GND(7)	<u>Schnittstellensteuerbus:</u>	
NDAC	8	20	GND(8)	IFC INTERFACE CLEAR	I
IFC	9	21	GND(9)	ATN ATTENTION	I
SRQ	10	22	GND(10)	SRQ SERVICE REQUEST	O
ATN	11	23	GND(11)	REN REMOTE ENABLE	I
SHIELD	12	24	GND	EOI END OR IDENTIFY	I/O
GND					
SHIELD					

GND Signalmasse (Mikroprozessor-Masse)
SHIELD Abschirmung

Bild 4.4.1: Anschluß und Bedeutung der IEEE-Bus-Signale

Alle IEEE-Bus-Signalpegel sind TTL-kompatibel und aktiv LOW, also wahr, wenn der Pegel = 0 ist. Die Treiber des IEEE-Interfaces können für LOW-Signale typisch 48mA Strom liefern. Das IEEE-Interface ist galvanisch von den Meßeingängen entkoppelt.

Die für den Betrieb des Digitalmultimeters am Bus notwendige Geräteadresse wird per Software eingestellt.

4.5. Meßstellenumschalter (Option)

Das Digitalmultimeter (6047/6048) kann optionell mit einem thermospannungsarmen 20-kanaligen, vierpoligen Meßstellenumschalter ausgerüstet werden.

Die Anschlüsse des Multiplexers werden über zwei 50-polige Subminiatur-D-Buchsen an der Rückwand vorgenommen. Die linke Buchse dient zum Anschluß der Kanäle 00-09, die rechte Buchse zum Anschluß der Kanäle 10-19. Es können Spannungen, Ströme und Widerstände (zwei- oder vierpolig) über den Multiplexer geschaltet werden.

Die Thermospannung der Kontakte ist kleiner $1 \mu\text{V}$. Der maximal zulässige Strom beträgt 2A . Die maximal zulässige Spannung zwischen allen beliebigen Kontakten beträgt 125V -Spitze mit der Begrenzung $1\text{V}/\mu\text{sec}$. Diese Begrenzung gilt für alle Eingänge des Digitalmultimeters, auch für die Frontbuchsen, d.h. auch bei abgeschalteten Kanälen.

Die Umschaltung ist vom Typ 1 aus 20, d.h. es kann immer nur ein Kanal durchgeschaltet sein. Wird ein neuer Kanal geschlossen, dann wird der zuvor geschlossene Kanal zuerst abgeschaltet. Zwischen dem Abschalten des zuvor geschalteten Kanals und dem Zuschalten eines neuen Kanals liegen ca. 1-3 msec Verzögerungszeit (BREAK before MAKE).

Ein Kanal wird jeweils direkt auf den Eingang der Analogplatine durchgeschaltet. Die Fronteingangsbuchsen werden als 21. Kanal über zwei separate Relais auf der Multiplexerplatine zur Analogplatine durchgeschaltet. Sobald ein Kanal zugeschaltet wird, öffnen sich automatisch die beiden Frontrelais. Umgekehrt wird jeder eingestellte Kanal abgeklemmt, sobald die Frontbuchsen zugeschaltet werden. Pin 1 der Subminiatur-Buchse ist mit der Schirmleitung und der blauen Buchse "GUARD" verbunden. Der Schirm umschließt jede einzelne der 20-vierpoligen Signalleitungen. Bild 4.5.1. zeigt die Anschlußbelegung der Subminiatur-D-Buchsen.

4.6. Kalibrierschalter

Bestimmte Gerätegrundeinstellungen (siehe Kap. 2.11), die bei jedem Wiedereinschalten des DMM 6048/6047 aktiviert werden, können verändert und in das batteriegepufferte RAM neu abgespeichert werden.

Zum Ändern von Gerätegrundeinstellungen (Integrationszeit, Kanal Nr., IEEE-Geräteadresse, Konstanten etc.) und zum Nachkalibrieren von Meßfunktionen muß der Schalter (Bild 4.6.1) in der Rückwand des DMMs betätigt werden. Damit wird das Überschreiben von ansonsten geschützten Daten ermöglicht. Beim Betrieb des Gerätes steht der Schalter stets in Stellung "MEAS". Die im batteriegepufferten CMOS-RAM abgespeicherten Gerätedaten sind geschützt.

Durch Umlegen des Schalters, z.B. mit einem kleinen Schraubendreher, aus Stellung "MEAS" in Stellung "CAL" wird der Schutz der Daten aufgehoben, das Gerät befindet sich im KALIBRIERMODUS.

ACHTUNG !!!!!!!!

Im KALIBRIERMODUS ist größte Sorgfalt geboten, um ein unbeabsichtigtes Ändern von Daten zu vermeiden. Das Digitalmultimeter sollte in diesem Zustand nie ausgeschaltet werden, da ansonsten eine Reihe von Handgriffen notwendig ist, um das Gerät wieder in einen einwandfreien Betriebszustand zu bringen (s. Kap. Kalibrierung).

Nach der Änderung von Geräteeinstellungen oder nach dem Kalibrieren sollte der Schiebeschalter sofort in Stellung "MEAS" zurückgestellt werden um die Daten wieder zu schützen.

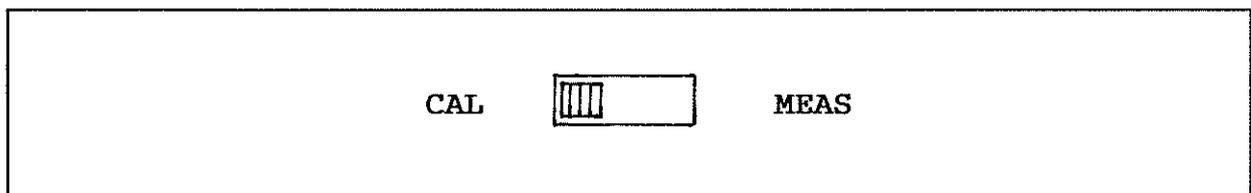


Bild 4.6.1.: Stellungen des Kalibrierschalters

4.7. Tastatur

Das Tastenfeld des Digitalmultimeters ist in drei Felder unterteilt. Mit dem mittleren Tastenfeld wird die Betriebsart des Multimeters gewählt, mit dem linken Tastenfeld werden Meßfunktionen und Bereiche eingestellt, mit dem rechten werden Dateneingaben durchgeführt oder die Integrationszeit eingestellt. Leuchtdioden in den Tasten zeigen den Betriebszustand an.

4.7.1. Tastatur zur Wahl der Betriebsart

Die sechs Tasten im mittleren Feld dienen der Wahl der Betriebsart oder zur Einstellung spezieller Gerätefunktionen. Zur Anwahl der Funktionen stehen zwei Ebenen zur Verfügung. Durch einfachen Tastendruck werden die schwarz beschrifteten Funktionen angewählt, durch vorheriges Drücken der 2nd-Taste und das Drücken einer anderen Taste werden die blau beschrifteten Zweitfunktionen angewählt.

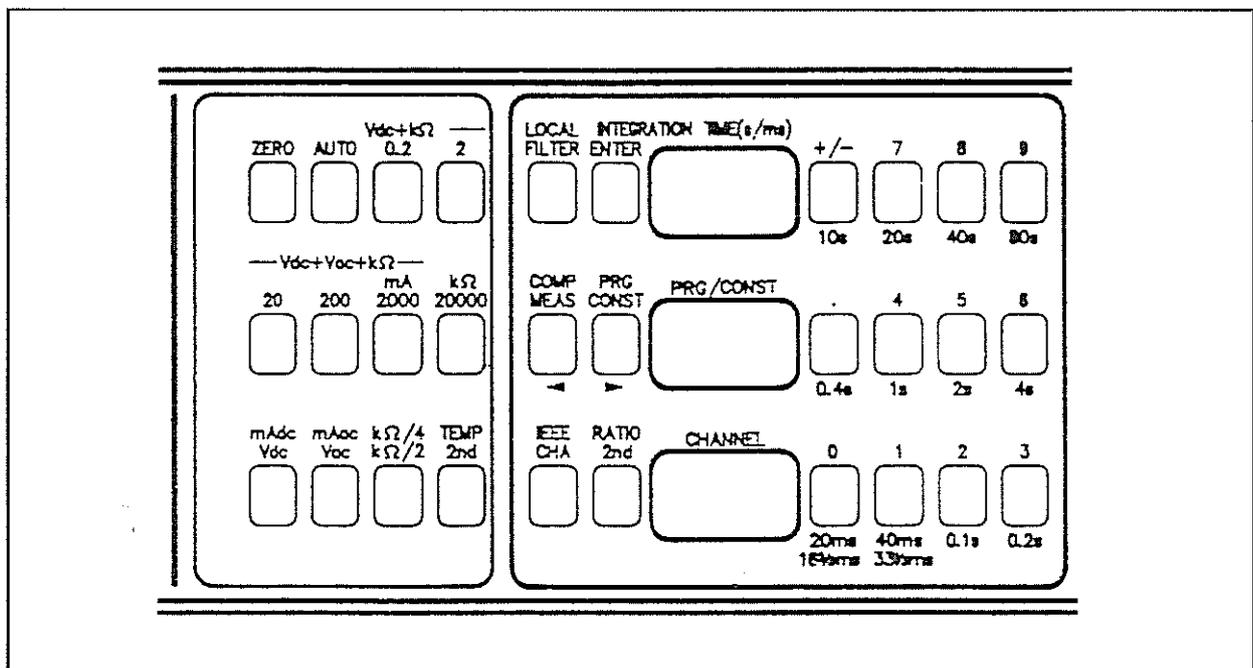


Bild 4.7.: Tastatur des Digitalmultimeters

Einmaliges Drücken der 2nd-Taste schaltet auf die 2. Funktionsebene um, nochmaliges Drücken der 2nd-Taste schaltet auf die 1. Funktionsebene zurück. Die Taste "MEAS" schaltet in die Betriebsart "Messen", "2nd COMP" schaltet in die Betriebsart "Rechnen". Die Taste "CONST" ermöglicht die Eingabe von Konstanten, mit "2nd PRG" können Programm-Codes für den Rechenbetrieb ausgewählt werden. Während der Eingabe von Ziffern über das rechte Dateneingabefeld dienen diese Tasten zur Cursor-Steuerung. Die Taste "ENTER" schließt Eingaben über das Dateneingabefeld ab oder bereitet die Anwahl der rot beschrifteten

Integrationszeiten über das rechte Tastenfeld vor ("ENTER", dann Integrationszeit). Mit der "FILTER"-Taste kann das digitale Filter an- oder abgeschaltet werden.

Die Taste "2nd LOCAL" dient zum Umschalten des Gerätes aus dem Fernsteuerbetrieb (IEEE-Bus) in den manuellen Betrieb. Über die Taste "CHA" und Dateneingabe im rechten Tastenfeld können die Kanäle des Meßstellenumschalters auf den Meßeingang geschaltet werden. Die Taste "2nd IEEE" erlaubt die Eingabe einer IEEE-Geräteadresse und eines Schlußzeichen-Codes über das Dateneingabefeld.

4.7.2. Tastatur zur Funktions- und Bereichsanwahl

Die zwölf Tasten im linken Tastenfeld, schwarz beschriftet in der 1. Funktionsebene zur Wahl von Funktion und Bereich, blau beschriftet in der 2. Funktionsebene zur Wahl von weiteren Meßfunktionen, ermöglichen neben der Wahl der bereits genannten Funktionen die Anwahl spezieller Funktionen wie automatische Bereichswahl ("AUTO") oder Offsetkorrektur ("ZERO"). Die automatische Bereichswahl kann durch Drücken der "AUTO"-Taste eingeschaltet und durch nochmaliges Drücken oder die Wahl eines festen Bereiches wieder abgeschaltet werden.

Die schwarz beschriftete 1. Funktionsebene führt Funktionen sofort auf Tastendruck aus, während die blau beschrifteten Funktionen der 2. Funktionsebene durch vorheriges Drücken der 2nd-Taste und nachfolgendes Drücken der entsprechenden Funktionstaste angewählt werden.

4.7.3. Tastatur zur Dateneingabe und Wahl der Integrationszeit

Zur Dateneingabe sind die Tasten mit den Ziffern 0 bis 9, Dezimalpunkt und Vorzeichen belegt. Beim Drücken der Taste "+/-" wird das Vorzeichen gewechselt. Tasten, die für die Eingabe von Daten nicht notwendig sind, werden ignoriert.

Die rot beschriftete Zweitfunktion wird nach Drücken der ENTER-Taste zur Einstellung der gewünschten Integrationszeit im Bereich 20 ms bis 80 sec aktiviert.

4.8. Anzeige

Die Anzeige des Digitalmultimeters wird zur übersichtlichen Darstellung in vier Feldern vorgenommen.

Auf der linken Seite befindet sich das Hauptanzeigefeld. Rechts neben dem Tastenfeld zur Betriebsartenwahl liegen drei Nebenanzeigefelder. Zur Darstellung des Betriebszustandes sind alle Tasten mit Leuchtdioden ausgestattet.

4.8.1. Hauptanzeigefeld und IEEE-Zustandsanzeige

Im Hauptanzeigefeld werden Meß- und Rechenwerte als Dezimalzahlen mit Dezimalpunkt und Vorzeichen ausgegeben. Die Anzeige von Meßwerten erfolgt mit der dem Meßwert entsprechenden Genauigkeit. Konstanteneingabe und Konstantenausgabe oder die Ausgabe von Rechenwerten erfolgt immer mit 8 ½ Stellen. Geräte und Fehlermeldungen, die Einstellung der IEEE-Adresse sowie über den IEEE-Bus gesendete Textmeldungen werden auf der Hauptanzeige dargestellt. Mögliche Arten der Darstellung und ihre Bedeutung sind:

" +1.2345678"	Meßwert 4 ½- bis 7 ½-stellig, DMM 6047
" +1.23456789"	Meßwert 4 ½- bis 8 ½-stellig, DMM 6048

Alle weiteren Darstellungsmöglichkeiten sind bei DMM 6048 und DMM 6047 identisch.

" +1.23456789"	Rechenwert 8 ½-stellig
"-0.23°C"	Temperatur 4 ½-stellig, °C, °F oder K
" + .-----"	Konstante (frei)
"Error 1"	Fehlermeldung
"Ctrl. 3"	Selbsttestroutine
"IEEE. 07.8"	IEEE-Adress-Einstellung
"null"	Nullpunktkorrektur
"donE"	Nullpunktkorrektur / PT 100 abgeschlossen
"CAL."	Kalibriermodus

Zum Hauptanzeigefeld gehört auf der rechten Seite ein Fenster, das den Zustand des Gerätes am IEEE-Bus anzeigt. Die Zustände sind:

REMOTE:	Das DMM ist im Fernsteuerzustand
LISTENER:	Das DMM kann Befehle empfangen
TALK:	Das DMM kann Nachrichten an einen Computer senden

Es leuchtet jeweils das entsprechende Anzeigesegment. Im TALK ONLY-Mode leuchtet "TALK" ständig.

4.8.2. Integrationszeitanzeige (obere Anzeige)

Die Integrationszeitanzeige gibt Auskunft über die gerade eingestellte Meßzeit. Bei Meßzeiten ab 4 sec wird die verbleibende Meßzeit in der Anzeige sekundenweise heruntergezählt. Meßzeiten kleiner als 100 msec werden mit führender "0" angegeben, z.B. "04" für 40 msec. Zeiten kleiner als 1 sec werden mit Dezimalpunkt, also z.B. "0.2" für 200 msec, angegeben. Die Zeiten ab 1 sec werden ohne führende "0" angezeigt.

Bei der Kanalvorwahl für die automatische Meßstellenabfrage wird durch Ausgeben von "OP" (opened) ein abgewählter Kanal, durch Ausgeben von "cl" (closed) ein angewählter Kanal angezeigt.

4.8.3. Programm- und Konstantenanzeige (mittlere Anzeige)

Diese Anzeige dient zur Darstellung von Programmnummern für den Rechenbetrieb oder von Konstantennummern bei Eingabe oder Anzeigen von Konstanten. Die Anzeige von Programmnummern erfolgt immer zweistellig, Programm Nr. 6 z.B. als "06". Bei der Anzeige von Konstantennummern wird "C" gefolgt von der Konstantennummer 0 bis 9, also z.B. "C8" ausgegeben. Bei der Eingabe neuer Werte blinkt die entsprechende Anzeigestelle. Wird für den Startbetrieb eine Anzahl von Messungen vorgewählt, erscheint zur Kennzeichnung "ct" (für "Count") in der Anzeige.

4.8.4. Kanalnummernanzeige (untere Anzeige)

Bei optionell eingebautem Meßstellenumschalter wird die Nummer des gerade angewählten Kanales auf dieser Anzeige ausgegeben. Die Anzeige erfolgt ohne führende "0". Bei der Anwahl eines Kanales blinkt in der vorderen Anzeigestelle das untere Segment der "1", um auf den eingeschränkten Nummernbereich "0" oder "1" der vorderen Ziffer hinzuweisen. Ist kein Kanal angewählt, dann bleibt die Anzeige leer.

Bei DMM 6048 wird in dieser Anzeige der Messmodus LOW-CURRENT durch "lo" dargestellt. Diese Darstellung verschwindet jedoch, sobald ein Kanal angewählt wird.

5. Gerätefunktionen

Das Digitalmultimeter kombiniert eine Vielzahl von Meßfunktionen und Meßbereichen mit der individuellen Auswahl von Parametern zur Durchführung der Messung. Messungen können als kontinuierliche Messungen oder als Einzel- oder Gruppenmessungen (Startbetrieb) ausgeführt werden. Durch die Wahl einer beliebigen Integrationszeit kann die Auflösung des Ergebnisses bzw. die Meßrate vorgewählt werden. Ein zusätzliches Filter ermöglicht die Unterdrückung von Störungen.

Das Ergebnis einer Messung kann direkt als Meßergebnis oder nach Verarbeitung mit Programmen des Mathematikprogrammsatzes als Rechenergebnis ausgegeben werden.

Zur Durchführung der Messung können feste Meßbereiche eingestellt oder die automatische Bereichswahl benutzt werden. In jeder Funktion und jedem Bereich ist eine unabhängige Offsetkorrektur möglich.

Der optionelle Meßstellenumschalter erlaubt die Auswahl aus 20 an das Digitalmultimeter angeschlossenen Signalen.

5.1. Meßfunktionen

Die Digitalmultimeter beinhalten die folgenden Funktionen:

- Gleichspannungsmessungen
 - Wechselspannungsmessung (mit oder ohne Gleichanteil)
 - Gleich- und Wechselstrommessung (mit oder ohne Gleichanteil)
 - Widerstandsmessung (zwei- oder vierdrähtig)
- Bei DMM 6048 zusätzlich NORMAL- und NIEDRIGER-Meßstrom
- Temperaturmessung mit Pt 100-Elementen in °C, °F, K

Die Meßfunktionen besitzen unterschiedliches Einschwingverhalten, das durch unterschiedlich lange Meßpausen berücksichtigt wird. Der Anzeigeumfang des Ergebnisses ist auf die spezifizierte Genauigkeit der gewählten Funktion abgestimmt. Die Meßfunktion bestimmt die Anzahl der möglichen Meßbereiche.

5.2. Meßbereiche

Meßbereiche können entweder fest eingestellt oder durch Wahl der Bereichsautomatik an die Größe des Meßsignals angepaßt werden. Die Anzahl der Meßbereiche hängt von der gewählten Meßfunktion ab.

5.2.1. Manuelle Bereichsvorwahl

Bei bekannter Größe des zu messenden Signales kann der Meßbereich fest eingestellt werden, so daß die Messung immer in diesem gewählten Bereich erfolgt. Wird ein Meßbereich gewählt, der bei der angewählten Funktion nicht vorhanden ist, dann wird der am nächsten liegende Bereich eingeschaltet. Überschreitet das Meßsignal den Anzeigeumfang des gewählten Bereiches, dann wird vom Multimeter eine Fehlermeldung ausgegeben (ERROR 1).

5.2.2. Automatische Bereichswahl

Bei eingeschalteter Bereichsautomatik sucht das Digitalmultimeter einen geeigneten Meßbereich, so daß das Meßsignal innerhalb 8% und 100% des Bereichsendwertes liegt. Bei Unterschreiten der unteren Marke schaltet das Digitalmultimeter in den nächstniedrigeren Bereich, bei Überschreiten der oberen Marke schaltet es in den nächsthöheren Bereich. Für die richtige Bereichswahl trifft die Automatik durch Beobachten des Meßergebnisses eine schnelle Vorentscheidung und prüft nach Ablauf der Messung das Ergebnis bezüglich der oberen und unteren Marke. Wird der Anzeigeumfang des höchstmöglichen Bereiches überschritten, dann gibt das Digitalmultimeter eine Fehlermeldung aus (ERROR 1).

5.3. Integrationszeiten

Neben der Wahl der Meßfunktion und des Meßbereiches kann die Auflösung des Ergebnisses durch Wahl einer Integrationszeit bestimmt werden. Die Integrationszeit bestimmt wie lange ein Signal bis zur Ausgabe eines Ergebnisses beobachtet wird. Ein mit langer Integrationszeit gemessenes Signal liefert wegen der besseren Störungsausmittelung ein genaueres Ergebnis und kann daher mit größerer Genauigkeit ausgegeben werden. Eine kurze Integrationszeit ermöglicht bei veränderlichen Signalen eine schnellere Verfolgung des Signalverlaufes. Da die Integrationszeiten zur Störunterdrückung phasenstarr mit dem Netz gekoppelt sind, können nur Vielfache der Periodendauer einer Netzschwingung als Integrationszeiten gewählt werden. Die kürzeste Meßzeit beträgt bei einem 50Hz-Netz 20 msec (16 2/3 msec bei 60 Hz), die längste Meßzeit beträgt 80 sec. Je nach gewählter Integrationszeit erfolgt die Ausgabe des Ergebnisses mit einer Genauigkeit von 4 1/2 bis 7 1/2 Stellen bei DMM 6047 bzw. bis 8 1/2 Stellen bei DMM 6048.

Integrationszeit	max. Stellen in Anzeige	
	6048	6047
20 ms	4 1/2	4 1/2
40 ms	4 1/2	4 1/2
100 ms	5 1/2	5 1/2
200 ms	5 1/2	5 1/2
400 ms	5 1/2	5 1/2
1 s	6 1/2	6 1/2
2 s	6 1/2	6 1/2
4 s	7 1/2	7 1/2
10 s	7 1/2	7 1/2
20 s	8 1/2	7 1/2
40 s	8 1/2	7 1/2
80 s	8 1/2	7 1/2

5.4. Digitales Filter

Unabhängig von der Wahl der Integrationszeiten kann ein digitales Filter zugeschaltet werden, das über die jeweils 10 letzten Messungen eine gleitende Mittelwertbildung durchführt. Jeweils die älteste Messung wird vernachlässigt und die neueste Messung wird mit einbezogen. Die zusätzliche Störungsunterdrückung beträgt 20dB.

5.5. Offsetkorrektur

In jeder Meßfunktion und jedem Meßbereich kann z.B. zur Korrektur von Thermospannungen oder Zuleitungswiderständen der Nullpunkt korrigiert werden. Eine Korrektur des Nullpunktes ist möglich, wenn die vorhandene Abweichung weniger als ca. 0.2% des Bereichsendwertes bei Gleichspannungsmessungen oder ca. 5% bei Widerstands- und Wechselspannungsmessungen (ebenso Temperaturmessung) beträgt. Ist die Abweichung größer, dann gibt das Gerät eine Fehlermeldung aus (ERROR 4). Die Korrektur kann bei fest eingestelltem Bereich oder bei automatischer Bereichswahl erfolgen. Sie geschieht nach der im Kapitel "Bedienungshinweise" beschriebenen Anleitung abhängig von der eingestellten Funktion. Während der Offsetkorrektur wird im Hauptanzeigefeld "Null" angezeigt und die Integrationszeitanzeige zeigt die verbleibende Meßzeit. Große Offsetwerte können über das Mathematikprogramm "Offset" korrigiert bzw. eingerechnet werden.

5.5.1. Offsetkorrektur bei fest eingestelltem Bereich

Zeigt der Nullpunkt des eingestellten Bereiches eine nicht unwesentliche Abweichung von Null, z.B. durch Zuleitungswiderstände bei Zweidraht-Widerstandsmessungen, dann kann eine Korrektur des Nullpunktes auf Null vorgenommen werden. Sie wird nur in dem gewählten Bereich durchgeführt, die Nullpunkte anderer Bereiche bleiben unbeeinflusst.

5.5.2. Offsetkorrektur bei automatischer Bereichswahl

Ist die automatische Bereichswahl eingeschaltet, dann werden nacheinander die Nullpunkte aller Bereiche einer Meßfunktion korrigiert. Die Offsetkorrektur im Automatikbetrieb erspart die zum Umschalten der Bereiche und zur jeweiligen Korrektur notwendigen Operationen.

5.6. Startbetrieb

Ergänzend zu dem im Digitalmultimeter voreingestellten kontinuierlichen Meßbetrieb kann eine Betriebsart gewählt werden, bei der jeweils eine einzelne oder eine vorgegebene Anzahl von Messungen ausgeführt wird. Der Start einer Messung wird mit der kontinuierlich ablaufenden Messung synchronisiert und danach die Anzahl vorgegebener Ergebnisse ausgegeben. Neben der Wahl von Meßfunktion, Integrationszeit und Meßbereich (oder Automatik) muß die Anzahl der durchzuführenden Messungen eingegeben werden.

Der Start einer Messung erfolgt entweder über einen IEEE-Bus-Befehl, über die Tastatur oder durch das externe Triggersignal. Die zeitliche Unsicherheit eines Startes beträgt wegen der Synchronisation zur kontinuierlichen Messung maximal 10 msec.

Vor dem Start einer Messung müssen die nach dem Umschalten von Meßfunktionen oder Meßbereichen gültigen Einschwing- bzw. Wartezeiten berücksichtigt werden. Beim Betrieb am IEEE-Bus mit der SERVICE-REQUEST-Funktion (SRQ) werden diese Zeiten automatisch berücksichtigt. Die Anzahl der nach einem Start auszuführenden Messungen wird durch die Konstante "CT" (Count) bestimmt.

5.7. Meßbetrieb

Im Meßbetrieb wird unmittelbar das durch eine Messung gewonnene Ergebnis zur Anzeige gebracht. Im Meßbetrieb ist die Stellenzahl der Anzeige abhängig von der gewählten Funktion und von der gewählten Integrationszeit. Es können kontinuierliche Messungen oder Messungen im Startbetrieb (Einzel- oder Gruppenmessungen) ausgeführt werden. Durch Wahl eines fest eingestellten Bereiches oder durch Anwahl der Bereichsautomatik kann die Anzeige der Größe des Meßsignales angepaßt werden. Zur Ausgabe des Meßergebnisses muß das Multimeter in die Betriebsart "Messen" (Meas) geschaltet sein (Voreinstellung).

5.8. Rechenbetrieb

Im Rechenbetrieb wird das durch eine Messung gewonnene Ergebnis mit Hilfe eines Rechenprogrammes verarbeitet und das Ergebnis der Berechnung zur Anzeige gebracht. Je nach Größe des Meßwertes kann die Rechnung zur Überschreitung des Anzeigeumfanges führen. Eine solche Überschreitung wird vom Multimeter als "ERROR 2" gemeldet. Zur Durchführung der Berechnung muß ein Mathematikprogramm gewählt werden und die zur Ausführung der Rechnung notwendigen Konstanten müssen eingestellt worden sein. Zur Ausgabe des Rechenergebnisses muß das Multimeter in die Betriebsart "Rechnen" (Compute) geschaltet sein. Um zu gewährleisten, daß die Einheit der Berechnung (V, mA, kOhm) dem gewählten Rechengang entspricht, muß die Bereichsautomatik ausgeschaltet sein. Die Kombination von mehreren Rechnungen ist möglich, indem eine Programmkombination aus einzelnen Programm-Codes erstellt wird.

5.8.1. Auswahl von Rechenprogrammen

Über die Programmwahl können verschiedene Rechenprogramme (Bild 5.8.1.) ausgewählt werden, mit denen das Meßergebnis verarbeitet wird. Die Rechenprogramme werden durch Wahl einer Programm-Codeziffer ausgewählt. Die unter dem angewählten Programm benötigten Konstanten müssen zuvor auf die zur Rechnung notwendigen Werte eingestellt werden. Die Berechnungen benutzen stets die auf die Anzeige bezogenen Einheiten der Funktionen, also V, mA und kOhm sowie bei Temperaturen °C, °F oder K. Die Wahl der Konstanten muß in diesen Einheiten erfolgen. Der Rechenbetrieb kann mit kontinuierlicher Messung, Einzelmessung oder Gruppenmessungen kombiniert werden.

5.8.2. Auswahl von Konstanten

Für die Berechnung werden entsprechend der angewählten Programmnummer unterschiedliche Konstanten benötigt. Es können 10 Konstanten C0 bis C9 mit den für die Rechnung notwendigen Werten vorbesetzt werden. C9 dient gleichzeitig zur Eingabe von Programmkombinationen, wobei das erste Zeichen stets ein Dezimalpunkt sein muß. Handelt es sich bei den gewählten Konstanten um dimensionsbehaftete Größen, wie z.B. bei Programm 01 (Offset) dann muß die Eingabe bezogen auf die angezeigte Einheit erfolgen. Soll z.B. ein Offset von 1,8 kOhm eingerechnet werden, dann muß C0 den Wert C0 = "1.80000000" erhalten. Desgleichen muß z.B. ein Strom von 1,2A als C0 = "1200.00000", ein Strom von 17mA als C0 = "17.0000000" angegeben werden. Die Konstanten können im Bereich +/- .000000000 bis +/- 199999999 frei gewählt werden.

5.8.3. Beschreibung der Rechenprogramme

Die über die Programmnummer angewählte Berechnung wird gemäß der in Bild 5.8.1. beschriebenen Formeln durchgeführt. Es gelten die jeweils angegebenen Rechenzeiten. Überschreitet die angegebene Rechenzeit (bei Programmkombinationen die Summe der Rechenzeiten) die angewählte Integrationszeit, dann werden neue Messungen erst nach Ablauf der Rechenzeit berücksichtigt. Die Programmnummern haben im Einzelnen die folgende Bedeutung:

Programme 01 bis 10

Die Anwendung dieser Programme ist durch die mathematischen Formeln in Tabelle 1 beschrieben. Insbesondere das Programm 06 (Polynom) zeichnet sich durch eine große Anwendungsbreite aus. Mit neun frei wählbaren Konstanten ist dieses Programm gut für Linearisierungen und Kurvenanpassungen geeignet, z.B. bei nichtlinearen Meßwertaufnehmern. Programm 06 kann nicht zusammen mit Programmkombinationen verwendet werden.

Programme 11 bis 13 Grenzwert

Bei diesen Programmen läßt sich ein oberer Grenzwert in Konstante C7, ein unterer Grenzwert in Konstante C6 oder beide Grenzwerte gleichzeitig vorgeben.

Im erlaubten Bereich wird der Meßwert angezeigt. Liegt er außerhalb, wird in der Anzeige abwechselnd "LO" bzw. "HI" und die vorzeichenrichtige Differenz zur überschrittenen Grenze ausgegeben.

Programme 14 bis 16 Max - Min

Es lassen sich aus einer Reihe von Meßwerten sowohl der Maximalwert wie auch der Minimalwert und die Differenz aus beiden darstellen. Bei Wahl des Startbetriebes kann die Anzahl der zu beobachtenden Meßzyklen vorgegeben werden.

Programme 17 bis 20 Statistik

Diese Programme sind zur statistischen Auswertung von Meßwerten des Digitalmultimeters entwickelt worden. Es sind dies der algebraische Mittelwert, die Streuung, die Standardabweichung und der quadratische Mittelwert. Die verschiedenen statistischen Funktionen werden zeitlich parallel gewonnen und stehen auf Abruf zur Verfügung. Hierzu müssen die entsprechenden Statistikprogrammnummern eingegeben werden. Bei diesen Programmen kann durch die Konstante "CT" (siehe Kapitel Startbetrieb) die Anzahl der zu beobachtenden Meßzyklen vorgegeben werden.

Programm 30 Programmkombination

Bis zu vier verschiedene Programme (siehe Mathematikprogrammsatz) lassen sich in beliebiger Reihenfolge zu einem neuen Programm zusammenstellen. Dabei wird jedes folgende Programm auf das letzte Rechenergebnis angewendet.

Bei der Kombination von Programmen darf von den folgenden Programmgruppen nur jeweils "ein" Programm verwendet werden: 1. Gruppe Programm-Nr. 11 bis 13, 2. Gruppe Programm-Nr. 14 bis 16, 3. Gruppe Programm-Nr. 17 bis 20. Wird eine ungültige Kombination eingegeben, erscheint "ERROR 2".

Programm 32 Einstellung der Widerstandsmessung bei DMM 6048

Der Messmodus NORMALER bzw. NIEDRIGER Meßstrom wird mit diesem Programm angewählt. Bei Anwahl des Programmes wird der Messmodus automatisch umgeschaltet, wie bei einer TOGGLE-Taste. Das DMM 6048 startet dann wieder eine Messung. Der Zustand niedriger Meßstrom wird während des laufenden Meßbetriebs in der Kanalanzeige mit "lo" dargestellt. Der beim Einschalten des Gerätes eingestellte normale Meßstrom wird nicht dargestellt.

Programm 50 bis 54 Kanalvorwahl für Automatik-Betrieb des optionellen Messtellenumschalters.

Mit den Programmen 50 bis 54 können die für die automatische Kanalabfrage notwendigen Parameter über die Tastatur eingegeben werden. Es können folgende Parameter gewählt werden:

1. Intervallzeit (Programm 50)

Die Intervallzeit legt fest, in welchem zeitlichen Abstand ein Abfragezyklus durchlaufen wird. Die Angabe der Intervallzeit (TI) erfolgt in Minuten.

2. Verzögerungszeit (Programm 51)

Die Verzögerungszeit bestimmt, welche Zeit vom Schließen eines Kanales bis zur Auslösung einer Messung vergeht. Nach Ablauf der Verzögerungszeit (TD) und dem Start der ersten Messung werden weitere Messungen entsprechend der angewählten Integrationszeit kontinuierlich durchgeführt.

3. Einschaltdauer (Programm 52)

Die Einschaltdauer (TO) bestimmt, wie lange ein Kanal geschlossen bleibt, bis auf den nächsten Kanal umgeschaltet wird.

Einschaltdauer und Verzögerungszeit werden in Vielfachen von 100msec eingegeben. Die Verzögerungszeit muß kleiner als die Einschaltdauer sein, die Summe der Einschaltzeiten aller beteiligten Kanäle muß kleiner als die gewählte Intervallzeit sein.

4. Kanalvorwahl (Programm 53)

Bei der Kanalvorwahl werden alle an der zyklischen Abfrage beteiligten Kanäle vorgewählt. Jeder Kanal kann als "OP" (opened, an der Abfrage nicht beteiligt) oder als "cl" (closed, an der Abfrage beteiligt) gewählt werden. Als "OP" deklarierte Kanäle werden bei der zyklischen Abfrage übersprungen.

5. Automatische Kanalabfrage (Programm 54)

Nach Einstellung der notwendigen Parameter TI, TD und TO und Vorwahl der beteiligten Kanäle wird die automatische Kanalabfrage durch Anwahl von Programm 54 und Einschalten der Betriebsart "Rechnen" gestartet. Umschalten von der Betriebsart "Rechnen" in die Betriebsart "Messen" stoppt den zyklischen Durchlauf.

Programm 98 Selbsttest

Die vom Digitalmultimeter während des Einschaltens durchgeführte Initialisierungs- und Selbsttestroutine kann auf Wunsch durch Anwahl von Programm 98 und Einschalten der Betriebsart "Rechnen" gestartet werden. Nach Ablauf der Routine entspricht die Geräteeinstellung der eines neu eingestellten Gerätes (Basis-Geräteeinstellung).

5.8.4. Programmkombination

Maximal können vier Programme in beliebiger Reihenfolge untereinander kombiniert werden. Die einzige Voraussetzung hierzu ist, daß die Programm-Codes sich nicht gegenseitig ausschließen. Zur Unterscheidung von sich gegenseitig ausschließenden Programmen ist die Tabelle der Programmnummern-Codes (Bild 5.8.1.) in 4 Gruppen aufgeteilt. Aus den Gruppen 2, 3 und 4 darf jeweils nur ein Element in Programmkombinationen verwendet werden. Bei Verwendung von Programmen der Gruppe 1 muß beachtet werden, daß einige Programme die gleichen Konstanten verwenden und unter Umständen nicht unabhängig voneinander kombiniert werden können. Programm 06 (Polynom) s. 5.8.3. kann nicht in Programmkombinationen verwendet werden. Die Polynomrechnung muß stets als alleinstehendes Programm benutzt werden. Die Reihenfolge der Programme ist in C9 festgelegt. Die Programmnummern müssen stets als zweistellige Zahl, "1" z.B. als "01", angegeben werden. Das erste Zeichen in C9 muß ein Dezimalpunkt sein, danach folgen die Programmnummern. Bei unrichtig angegebenen Programmkombinationen erscheint "ERROR 2". Die angewählten Programmnummern (Konstante 9) werden der Reihe nach abgearbeitet. Das Ergebnis eines vorher abgelaufenen Programmes wird dem nächsten Element der Programmkombination zur Verfügung gestellt und von dem entsprechenden Programm weiter verrechnet. So bedeutet z.B. die Programmkombination C9=".010817", daß zuerst der Offset (01) vom Meßergebnis abgerechnet wird, danach die Wurzelfunktion (08) gebildet und der Mittelwert (17) dieser Operation angezeigt wird.

Zur Durchführung der Berechnung müssen die konstanten C0, C4 und C5 angegeben worden sein.

MATHEMATIKPROGRAMMSATZ			
Programm-Nr.	Math. Funktion	Formel	Rechenzeit
Lineare Funktionen			
01	Offset	$R = X - C_0$	4,5 ms
02	Multiplikation	$R = X \cdot C_5$	7,5 ms
03	Ratio	$R = \frac{X}{C_4}$	10 ms
04	Leistung	$R = \frac{X^2}{C_4}$	18 ms
05	Prozentuale Abweichung	$R = 100 \cdot \frac{X - C_4}{C_4}$	20 ms
Polynom			
06	Polynom	$R = C_0 + C_1 \cdot x + C_2 \cdot x^2 + C_3 \cdot x^3 + C_4 \cdot x^4 + C_5 \cdot x^5 + C_6 \cdot x^6 + C_7 \cdot x^7 + C_8 \cdot x^8 + C_9 \cdot x^9$ mit $x = \frac{X}{C_9}$	120 ms
Nichtlineare Funktionen			
07	Logarithmus	$R = C_5 \cdot \log \frac{X}{C_4}$	180 ms
08	Wurzel	$R = C_5 \cdot \sqrt{\frac{X}{C_4}}$	200 ms
09	Tangens	$R = C_5 \cdot \tan \frac{X}{C_4}$	180 ms
10	Arcustangens	$R = C_5 \cdot \arctan \frac{X}{C_4}$	200 ms
Grenzwerte			
11	Limit	$C_7 > X > C_6$	6 ms
12	Limit größer	$X < C_7$	4 ms
13	Limit kleiner	$X > C_6$	4 ms
14	Maximaler Meßwert	$R = X_{\max}$	5,5 ms
15	Minimaler Meßwert	$R = X_{\min}$	5,5 ms
16	Differenz Meßwert	$R = X_{\max} - X_{\min}$	7 ms
Statistische Funktionen			
17	Mittelwert	$R = \frac{1}{i} \sum_{k=1}^i X_k - \bar{X}$	60 ms
18	Streuung	$R = \frac{1}{i-1} \sum_{k=1}^i (X_k - \bar{X})^2$	60 ms
19	Standard-Abweichung	$R = \sqrt{\frac{1}{i-1} \sum_{k=1}^i (X_k - \bar{X})^2}$	270 ms
20	Quadratischer Mittelwert	$R = \sqrt{\frac{1}{i} \sum_{k=1}^i X_k^2}$	300 ms
30	Programmkombination	$C_9 = .xxyy . .zz$	
32	Einstellung normaler/niedriger Meßstrom		
Meßstellenumschaltung			
50	Intervallzeit	TI	
51	Verzögerungszeit	TD	
52	Einschaltdauer	TO	
53	Kanalvorwahl	Kanal 00 bis 19	
54	Automatik	Start/Stop	
Sonderprogramme			
98	Selbsttest		
99	Kalibrierung		

Bild 5.8.1.: Mathematikprogrammsatz des Digitalmultimeters

5.9. Meßstellenumschalter

Die Auswahl der vom Digitalmultimeter zu messenden Signale erfolgt über die Anwahl des entsprechenden Meßkanales. Die Umschaltung von einem zum anderen Kanal erfolgt stets so, daß der zuvor geschlossene Kanal abgeschaltet und ca.1-3 msec. später der neu gewählte Kanal eingeschaltet wird. Beim Schalten von Signalen über den Meßstellenumschalter ist darauf zu achten, daß das zu messende Signal und die am Gerät eingestellte Meßfunktion miteinander verträglich sind und der Anschluß der Meßsignale an die Meßeingänge richtig vorgenommen wurde. Beim Betrieb des Meßstellenumschalters dürfen über Front- oder Rückwandbuchsen weitere Meßsignale anliegen.

5.9.1. Direkte Kanalwahl

Jeder Kanal (00 bis 19) kann direkt angewählt und eingeschaltet werden. Bei eingeschaltetem Meßkanal werden automatisch die Frontbuchsen von den Meßeingängen des Multimeters abgeschaltet. Ein Kanal ist solange zugeschaltet, bis ein anderer Kanal gewählt wird oder die Kanalwahl abgeschaltet wird. Beim Abschalten der Kanalwahl werden die Front- oder Rückwandbuchsen wieder an den Meßeingang des Multimeters gelegt.

5.9.2. Automatische Kanalwahl

Bei der automatischen Kanalwahl werden die angewählten Kanäle (Programm 50 bis 53) zyklisch nacheinander an die Meßeingänge des Multimeters gelegt. Die Dauer eines Zyklus, die Anzahl der für jeden Kanal durchgeführten Messungen und die Verzögerungszeit bis zur ersten Messung nach der Kanalumschaltung werden durch Angabe der Parameter T_I , T_D und T_O festgelegt (siehe 5.8.3.). Bei der automatischen Kanalumschaltung sind die Front- bzw. Rückwandbuchsen immer abgeschaltet. Der Start des Zyklus erfolgt über Programm 54. Nach dem Stoppen der Kanalabfrage werden alle Kanäle abgeschaltet und die Frontbuchsen wieder an den Meßeingang des Multimeters gelegt. In der Betriebsart "TALK ONLY" wird jedes gewonnene Meßergebnis über den IEEE-Bus, z.B. an einen angeschlossenen Drucker ("LISTEN ONLY") ausgegeben.

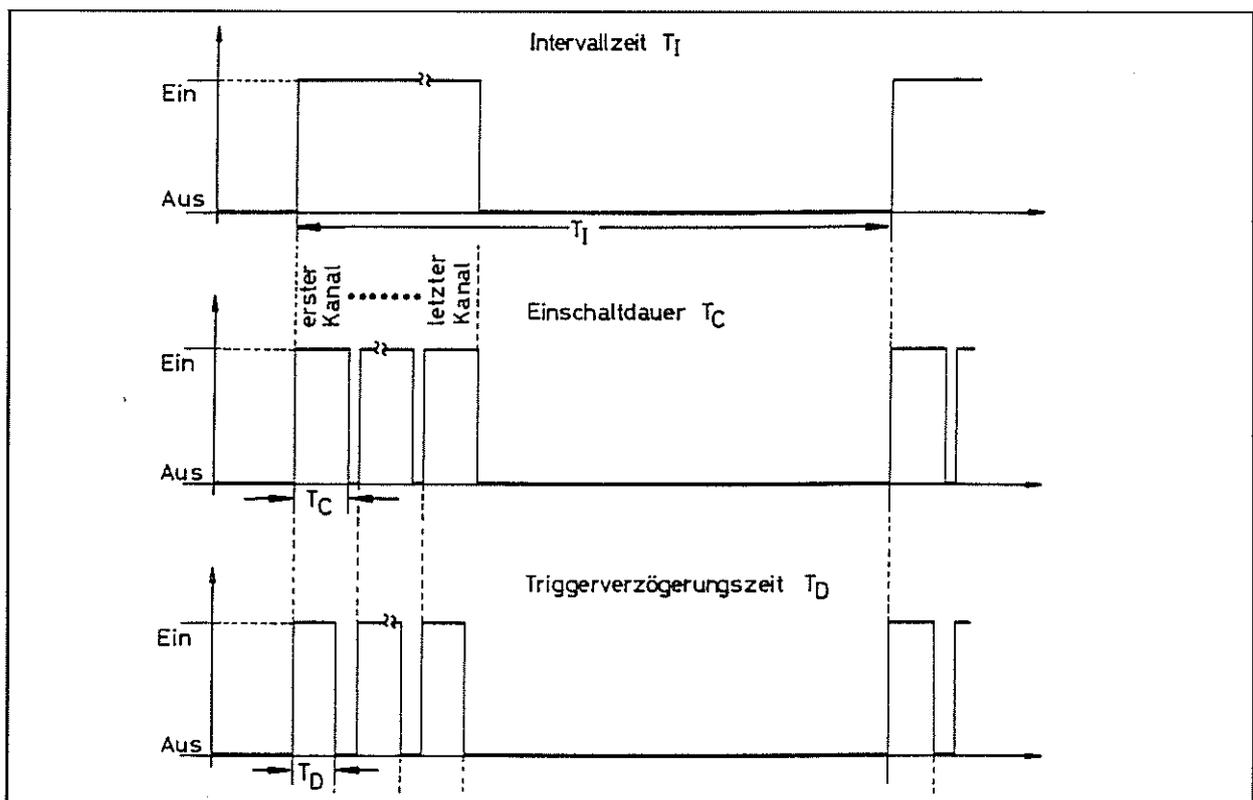


Bild 5.9.2.: Zeitdiagramm der einstellbaren Zeitgeber T_I , T_D , T_O

5.10. Selbsttest

Das Digitalmultimeter führt nach Einschalten der Netzversorgung einen Selbsttest durch. Der Ablauf der einzelnen Testroutinen wird in der Hauptanzeige durch die Anzeige "Contr. 1" bis "Contr. 4" gemeldet und über den IEEE-Bus ausgegeben. Tritt während dieses Selbsttests ein Fehler auf, wird dieser durch eine Fehlermeldung angezeigt. Während des Selbsttests darf keine Spannung größer als 300V an den Eingangsbuchsen des Multimeters liegen.

- Contr. 1** initialisiert das Multimeter und überprüft den Analogteil auf Funktion.
- Contr. 2** bildet eine Prüfsumme der im gepufferten RAM abgelegten Kalibrierfaktoren und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.
- Contr. 3** bildet eine Prüfsumme der Programm-ROMs und vergleicht diese mit einer Kontrollsumme.

Der Selbsttest kann bei Bedarf auch über die Programmnummer 98 aufgerufen werden. Hierzu wird Programm 98 gewählt und der Test durch die "Comp"-Taste gestartet.

5.11. Fehlermeldungen

Das Digitalmultimeter erkennt folgende durch Bedienung hervorgerufene Fehler. Sie werden im Hauptanzeigefeld und über den IEEE-Bus mit der Kennzeichnung "Error" und einer Code-Nummer ausgegeben. Die Code-Nummern haben folgende Bedeutung:

- Error 1** Überlauf Messen: Der erlaubte Zahlenbereich ist überschritten.
- Error 2** Überlauf Rechnen: Der erlaubte Zahlenbereich ist überschritten.
- Error 3** Ohm oder Vac falsch: Ein externer Offset wurde korrigiert, der jetzt nicht mehr vorhanden ist; das Multimeter sieht "negative" Widerstände oder Effektivwerte.
- Error 4** Fehler bei Offsetmessung: Der an den Eingangsbuchsen anliegende Offset ist zu groß.
- Error 5** Fehler beim Kalibrieren:
 1. Sollwert kleiner 5% oder größer 100% des Anzeigeumfangs.
 2. Kalibrierschalter auf der Geräterückseite steht auf "MEAS".
- Error 6** Fehler im IEEE-Bus-Interface: In einer Gerätemachricht hat das Multimeter mehr als 31 Zeichen empfangen.
- Error 7** Fehler bei Selbsttest: Eine Spannung größer 300V liegt an den Eingangsbuchsen des Multimeters an, oder es liegt ein Hardwarefehler im Analogteil des Gerätes vor.
- Error 8** Fehler bei Selbsttest 2: Ermittelte und Kontrollprüfsumme stimmen nicht überein.
- Error 9** Fehler bei Selbsttest 3: Fehler in den Programm-ROMs.

5.12. Zusätzliche Funktionen beim Betrieb am IEEE-Bus

Einige der Funktionen des Digitalmultimeters können nur beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus genutzt werden. So ist die IEEE-Adresseinstellung nur für den Betrieb des Digitalmultimeters am IEEE-Bus notwendig. Das Beschreiben des Hauptanzeigefeldes mit beliebigem Text sowie das Abfragen von Tastaturcodes kann nur durch einen Computer erfolgen. Aufgrund unterschiedlicher Ereignisse kann das Gerät beim Betrieb am IEEE-Bus einen Bedienungsruf (SRQ) absetzen und somit Bedienung durch den Computer anfordern.

5.12.1. IEEE-Adresseinstellung

Zum Anschluß des Digitalmultimeters an einen Computer über die IEEE-Schnittstelle muß eine IEEE-Geräteadresse und ein zwischen Digitalmultimeter und Computer vereinbartes Schlußzeichen (Ende der Übertragung) gewählt werden. Die Einstellung ist in Kapitel 8.1.4. beschrieben.

5.12.2. Displaybetrieb

Im Displaybetrieb kann der zur Steuerung angeschlossene Computer über den IEEE-Bus die Anzeige des Digitalmultimeters zur Ausgabe von Nachrichten benutzen. Die zur Darstellung verwendeten Sieben-Segment-Anzeigen lassen nur eine eingeschränkte Auswahl darstellbarer Zeichen zu, die in der nachfolgenden Tabelle (Bild 5.12.2.) angegeben sind. Durch entsprechende Textauswahl können gut lesbare Zeichen kombiniert werden.

1	2	3	4	5	6	7	8
9	0	A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U	V
W	X	Y	Z	.	.		
=	?	h	l	-	-	@ (μ)	^ (°)

Bild 5.12.2.: Darstellbare 7-Segment-Symbole

5.12.3. Tastaturabfrage

Die Tasten der Gerätetastatur besitzen eine fortlaufende Nummerierung; links oben mit "01" beginnend. Jeder Tastendruck bewirkt, daß die der gedrückten Taste entsprechende Code-Nummer in die vom Digitalmultimeter zu sendende Gerätenachricht eingetragen wird. Dort bleibt die Codenummer bis zum Lesen der Nachricht durch den Computer erhalten. Nach dem Lesen wird die Codenummer durch "00" ersetzt bis wieder eine Taste gedrückt wird. Im SRQ-Betrieb löst jeder Tastendruck einen SRQ aus, das Gerät fordert die Bedienung durch den Computer an. Bild 5.12.3. zeigt die möglichen Tastencodes.

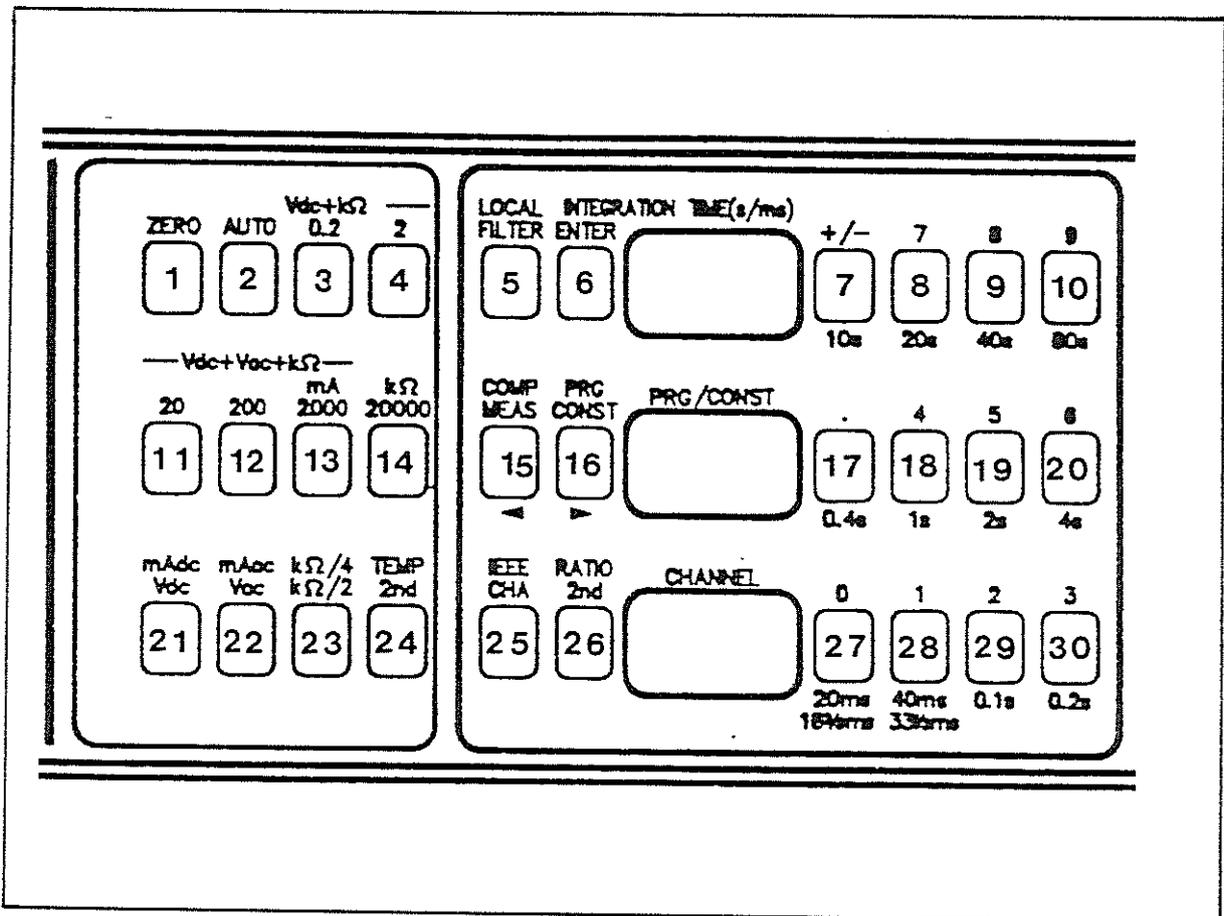


Bild 5.12.3.: Tastencodes der Gerätetastatur

5.12.4. Bedienungsruf (SRQ)

Bei eingeschalteter Bedienungsruffunktion fordert das Gerät die Bedienung durch den Computer an, wenn eine Fehlermeldung erfolgt, die eingestellte Integrationszeit abgelaufen ist, ein Tastendruck erfolgt oder nachdem das Digitalmultimeter einen Reset durchgeführt hat.

Der Computer hat dann die Möglichkeit, den Grund des Bedienungsrufes zu erkennen und entsprechende Programme auszuführen.

Die Erkennung erfolgt entsprechend den Zustandsbits aus der nachstehenden Tabelle beim SERIAL POLL.

Die Bits haben folgende Bedeutung:

- Bit 1: Meßende
- Bit 2: Entfällt
- Bit 3: Entfällt
- Bit 4: Fehlermeldung
- Bit 5: Außerhalb des Limits
- Bit 6: RESET
- Bit 7: SRQ
- Bit 8: Taste gedrückt

Die Bedienungsruffunktion kann per Befehl ein- oder ausgeschaltet werden. In Verbindung mit dem Startbetrieb kann SRQ so gewählt werden, daß entweder nach jeder Messung oder erst nach Ablauf der angegebenen Anzahl von Messungen ein Bedienungsruf erfolgt.

Eine detaillierte Beschreibung erfolgt im Kapitel 8.2.4.

6. Meßtechnische Hinweise

6.1. Meßtechnische Hinweise für Gleichspannungsmessung

6.1.1. Meßspannungszuführung

Die Zuführung der Meßspannung erfolgt auf der Frontseite über die beiden Buchsen "V/kOhm", wobei eine positive Spannung an der roten Buchse relativ zur schwarzen Buchse eine positive Anzeige bewirkt. Es ist darauf zu achten, daß die maximal zulässigen Werte von 125 V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen dem "LO" Eingang und Guard und 125 V Gleichspannung oder Spitzenspannung zwischen Guard und Gehäuse nicht überschritten werden. Außerdem darf die Summe dieser beiden Spannungen 125 V-Spitze nicht überschreiten. Bei potentialmäßig nicht vom Netz getrennten Hochspannungsgeräten muß dies bei der Polaritätswahl bedacht werden.

6.1.2. Eingangswiderstand Vdc

Um die hohe Linearität des Meßverfahrens auszunutzen, ist der Eingangswiderstand für Spannungsmessungen in den Bereichen bis $\pm 20V$ extrem hochohmig. Daher erlaubt das Gerät noch sehr genaue Messungen, selbst bei 100kOhm Innenwiderstand des Meßobjektes. Im 200V und 1.000V-Bereich verursachen dagegen 100 Ohm Innenwiderstand bei 100.000 Auflösung schon den entsprechenden Fehler von einem DIGIT. Eingangswiderstand, Anzeigebereich und Auflösung sind in der folgenden Tabelle angegeben:

DMM 6047 und 6048

Bereich	Maximaler Anzeigebereich	Eingangswiderstand	Auflösung
0,2 V	.19999999V	> 10GOhm	10 nV
2 V (6047)	1.9999999V	> 10GOhm	100 nV
2 V (6048)	1.9999999V	> 10GOhm	10 nV
20 V	19.999999V	> 10GOhm	1 μ V
200 V	199.99999V	10MOhm	10 μ V
1.000 V	1000.0000V	10MOhm	100 μ V

6.1.3. Überlastschutz

Alle Bereiche sind in hohem Maße gegen Zerstörung durch Spannungsüberschreitung geschützt. Die Überlast beträgt hierbei im:

$\pm 0,2V$, $\pm 2V$, $\pm 20V$ Bereich für 60 sec.	$\pm 1.000V$
oder dauernd	$\pm 700V$,
im $\pm 200V$, $\pm 1.000V$ Bereich dauernd	$\pm 1.000V$.

Es ist jedoch zu beachten, daß durch starke Überlastung der unteren Bereiche eine Erwärmung der Schutzwiderstände und Dioden unvermeidbar ist, und anschließend Thermospannungen bis zur Herstellung des internen Temperatenausgleichs eine Nullpunktverschiebung bewirken können.

6.1.4. Serienstörspannungsunterdrückung

Einer der Hauptvorteile des integrierenden Meßverfahrens liegt in der hohen Unterdrückung von Serien-Wechselspannungsanteilen der Meßspannung.

Für 50Hz erhält man bei 50Hz Netzfrequenz eine Ausmittelung von mehr als 100 dB bei 400 ms Meßzeit. Frequenzen über 47Hz werden immer besser als 50 dB ausgemittelt (Messung durch Erhöhen der Eingangswchselspannung bis zur Fehlanzeige von einem Digit). Diese ausgezeichneten Werte werden durch Netzsynchronisation des internen Taktoszillators erreicht.

6.1.5. Gleichtaktunterdrückung

Als Gleichtaktunterdrückung bezeichnet man die Fähigkeit eines Meßgerätes, nur das gewünschte Differenzsignal zwischen "HI"- und "LO"-Eingang anzuzeigen, eine für beide Klemmen gleiche Spannung gegen Erde dagegen möglichst zu unterdrücken. In einem idealen System entstünde kein Fehler, doch in der Praxis wandeln Streukapazitäten, Isolationswiderstände und ohmsche Un-Symmetrien einen Teil der Gleichtaktspannung in eine Serienspannung um. Die Gleichtaktunterdrückung beträgt mehr als 160 dB ohne Filter bei einer Unsymmetrie von 1 kOhm in den Zuleitungen.

6.1.6. Abschirmung

Werden bei der Messung keine von Gleichtaktspannungen herrührenden Schwierigkeiten erwartet, so sollte der Guard-Eingang (blaue Buchse) mit dem LO-Eingang (schwarze Buchse) verbunden werden.

Mit Hilfe des Guard-Eingangs läßt sich in kritischen Fällen eine hohe Gleichspannungs- und Wechselspannungs-Gleichtaktunterdrückung erzielen. Gleichtaktspannungen sind Spannungen, die zwischen dem tiefen Punkt der zu messenden Spannung und Netzerde sowie zwischen Netzerde der Spannungsquelle und der des Meßgerätes liegen. Gleichtaktspannungen haben die Tendenz, Ströme gleicher Richtung in beide Eingangsbuchsen fließen zu lassen. Um eine optimale Abschirmung zu erreichen, ist der Guard-Eingang mit einem Gleichspannungspotential gleicher Höhe wie dem des LO-Eingangs derart zu verbinden, daß die Abschirmströme nicht durch solche Widerstände der Spannungsquelle und Spannungszuleitungen fließen, die die Meßspannung beeinflussen können.

6.2 Meßtechnische Hinweise Widerstandsmessung

6.2.1. Funktionsweise der Widerstandsmessung:

In den zu messenden Widerstand (R_x) wird ein Strom (I) eingepreßt, der gleichzeitig auch über einen bekannten internen Bereichswiderstand fließt. Der Spannungsabfall über R_x wird über die Eingangsbuchsen von V_{dc} gemessen und das Verhältnis zum Spannungsabfall am internen Bereichswiderstand gebildet. In die Widerstandsmessung geht also kein Altern oder Driften einer Referenzspannungsquelle ein.

6.2.2. Zwei-Leiter-Messungen

Die Verbindungen für eine einfache Zwei-Leiter-Ohm-Messung wird intern im Gerät nach Anwahl der Zweidraht-Widerstandsmessung hergestellt. Bei einer solchen Messung verwendet man nur ein abgeschirmtes Kabel, wobei der Innenleiter mit dem "V-kOhm"-Eingang "HI", der Außenleiter mit "LO" verbunden wird.

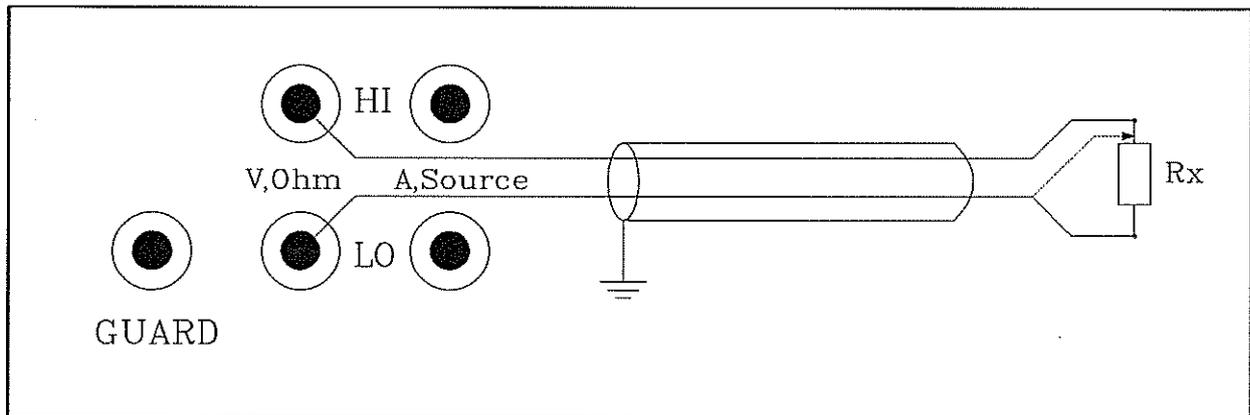


Bild 6.2.1.: Zwei-Leiter-Meßanordnung

Die Meßanordnung (s. Bild 6.2.1.) ergibt akzeptable Meßergebnisse; dies jedoch nur in einem Widerstandsreich, der nach oben und unten eingeschränkt ist: Bei hohen Widerstandswerten treten Leckstromprobleme auf, die aus der Parallelschaltung von Rx und dem Kabelisolationswiderstand herrühren. Bei niedrigen Widerstandswerten, insbesondere im 100 Ohm-Bereich, macht sich der Zuleitungswiderstand bemerkbar. Für diese Bereiche ist eine Vier-Leiter-Messung zu empfehlen.

6.2.2. Vier-Leiter-Messungen

Die Meßanordnung für eine Vier-Leiter-Messung ist in Bild 6.2.2. dargestellt. Der entsprechende Innenleiter ist jeweils mit dem "HI"-Anschluß des "V-kOhm"-Eingangs bzw. dem "OHM- Source"-Ausgang verbunden, während die Abschirmung zu dem jeweiligen "LO"-Anschluß führt.

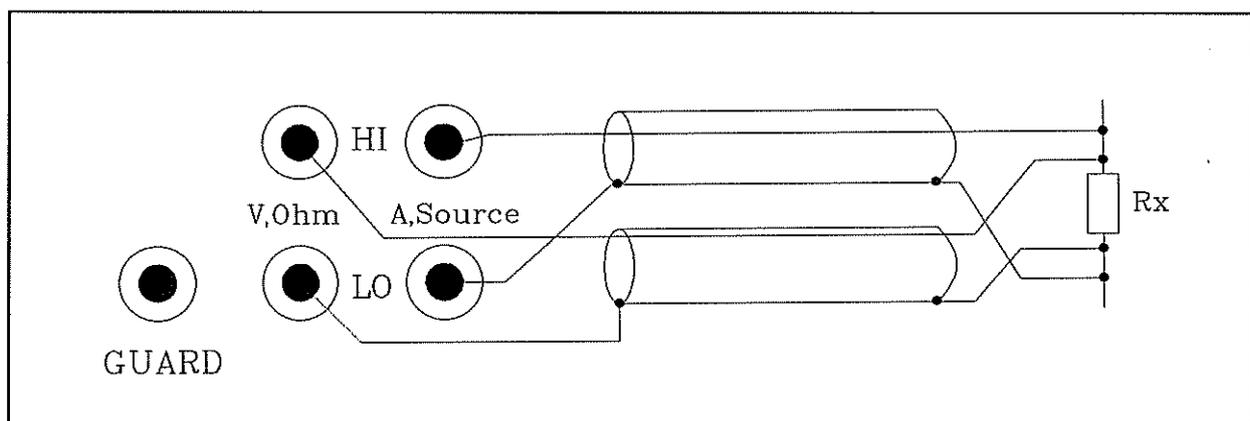


Bild 6.2.2.: Übliche Vier-Leiter-Meßanordnung

Bei der Meßanordnung nach Bild 6.2.2. ist der Einfluß des Zuleitungswiderstandes beseitigt. Für hochohmige Messungen sind jedoch Kabel mit Teflonisolierung zu verwenden. Bei Vier-Leiter-Messungen dürfen in den Zuleitungen von den "Ohm- Source"-Ausgängen bis etwa 0,5V pro Leitung abfallen. Ein Überlauf wegen einem zu großen Rx wird durch "ERROR 1" in der Hauptanzeige dargestellt.

6.2.3. Drei-Leiter-Messungen

Bei starken äußeren Störungen im 20M Ω -Bereich (6047) bzw. 200 M Ω -Bereich (6048) läßt sich auch die Anordnung nach Bild 6.2.3. verwenden. Sie dient zur Minimierung von Wechsellspannungseinstreuungen und ist nur für den 20/200M Ω -Bereich vorgesehen.

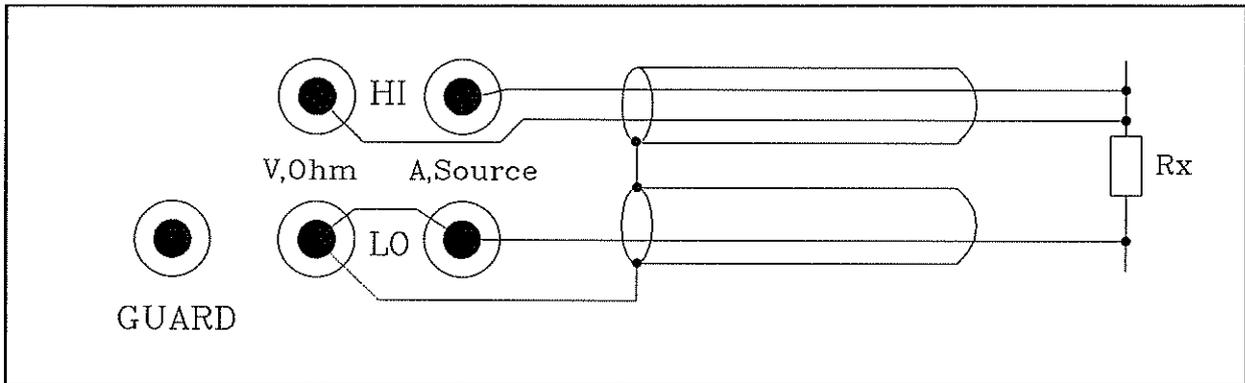


Bild 6.2.3.: Drei-Leiter-Meßanordnung

Allgemeine Bemerkungen:

Die Werte des Meßstromes in dem jeweiligen Widerstandsmeßbereich der beiden DMM 6048 und 6047 können in Kapitel 2.2 nachgeschlagen werden. Die Polarität des durch Rx führenden Stromes ist so festgelegt, daß das mit der oberen Buchse des "Ohm-Source"-Ausgangs verbundene Ende von Rx ein negatives Potential gegenüber dem anderen Ende von Rx besitzt. Es ist stets darauf zu achten (s. auch Bild 6.2.1. bis 6.2.3.), daß das Widerstandsende von Rx, das mit der oberen (HI) Buchse des "Ohm-Source"-Ausgangs verbunden ist, auch mit der oberen (HI) Buchse des "V/k Ω "-Eingangs verbunden wird. Entsprechendes gilt für die unteren Buchsen.

6.3. Meßtechnische Hinweise Wechsellspannungsmessung

Das Digitalmultimeter kann wahlweise den Effektivwert der Summe der angelegten Gleich- und Wechsellspannungen oder den Effektivwert der reinen Wechsellspannung ohne Gleichspannungsanteil messen.

Eine für Wechsellspannungsmessungen zu empfehlende Meßanordnung besteht aus einem Zwei-Leiter-Kabel mit Abschirmung, wobei die Abschirmung mit dem "Guard"-Eingang verbunden wird. Bei allen Messungen sollte der "Guard"-und der "V/k Ω -LO"-Eingang mit dem Meßpunkt verbunden werden, der dem Erdpotential am nächsten liegt.

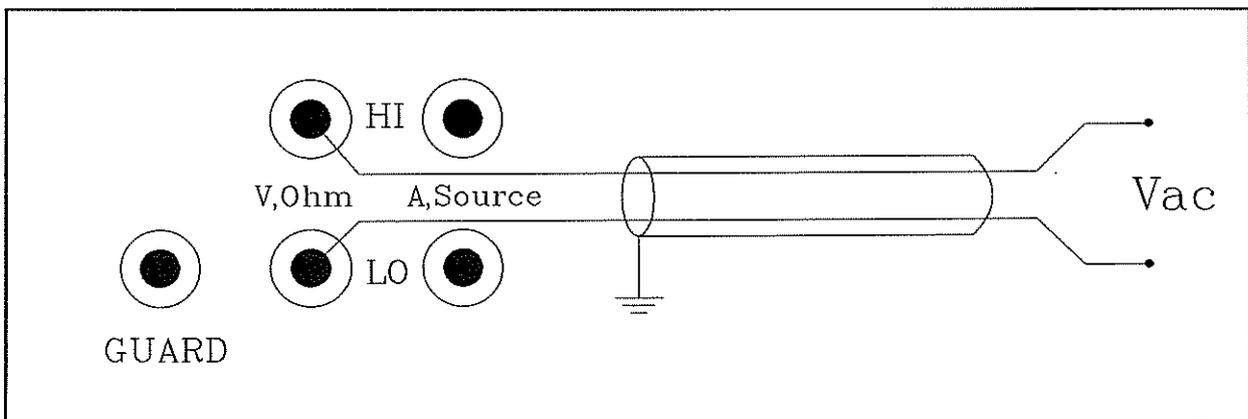


Bild. 6.3.1.: Wechsellspannungsmessung mit abgeschirmtem Zwei-Leiter-Kabel

In den meisten Fällen genügt die Verwendung eines einfachen Koaxial-Kabels. Man erreicht, außer bei stark verrauschter Umgebung oder bei sehr kleinen Spannungen, gute Meßergebnisse. Der Außenleiter des Koaxial-Kabels wird mit "GUARD" und "V/kOhm-LO" verbunden.

Im 200V-Bereich und im 700V-Bereich ist bei höheren Frequenzen (200V-Bereich über 100 kHz, 700V-Bereich über 10 kHz) oder beim Anschalten von Signalen an die Meßeingänge darauf zu achten, daß die Flankensteilheit $10V/\mu s$ nicht übersteigt.

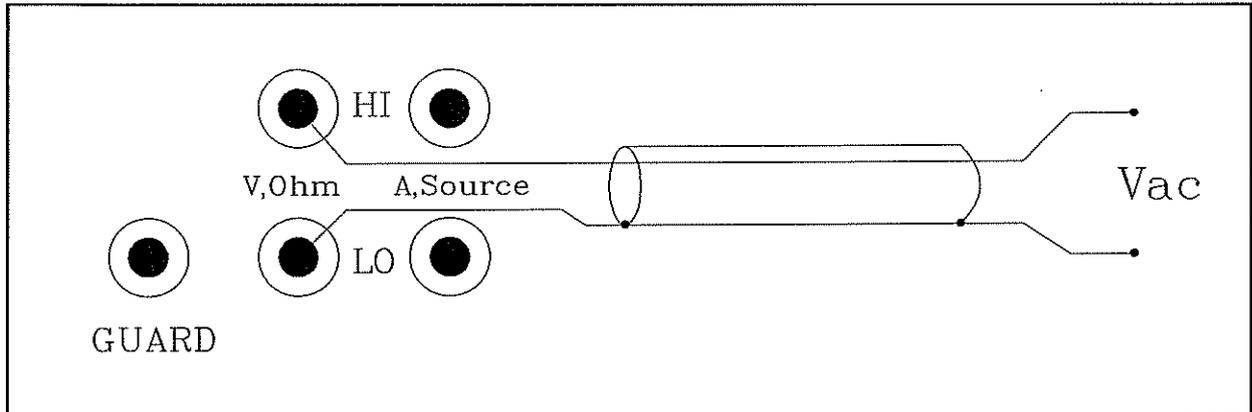


Bild 6.3.2.: Wechselspannungsmessung mit Koaxialkabel

6.4. Meßtechnische Hinweise Strommessung

Das Digitalmultimeter bietet die Möglichkeit Gleich- und Wechselströme zu messen. Verwendet wird der "mA-HI-LO"-Eingang des Multimeters. Es muß beim Anschluß der Meßkabel beachtet werden, daß die beiden schwarzen "LO"-Buchsen der beiden Eingänge "V/kOhm" und "A" intern im Gerät verbunden sind. Es ist also nicht möglich, gleichzeitig zwei Meßkabel zur Strommessung und zwei Kabel zur Spannungsmessung anzuschließen, wenn sich zwischen den Meßstellen eine Potentialdifferenz befindet. Die interne Verbindung zwischen der "V/kOhm-LO"- und "mA-LO"-Buchse ist durch eine Schmelzsicherung 0,1A (träge) gegen Stromüberlastung geschützt.

Offsetkorrektur: Im 2A-Bereich wird ein 0,1 Ohm-Shunt verwendet. Die Bürdenspannung ist kleiner 600 mV.

Der Strombereich ist mit einer Schmelzsicherung 2A (flick) geschützt. Die Schmelzsicherung 2A (flick) befindet sich neben der Guard-Buchse des Gerätes in der Frontplatte.

Achtung: Vor dem Wechseln der Schmelzsicherungen sind alle Meßkabelstecker zu ziehen.

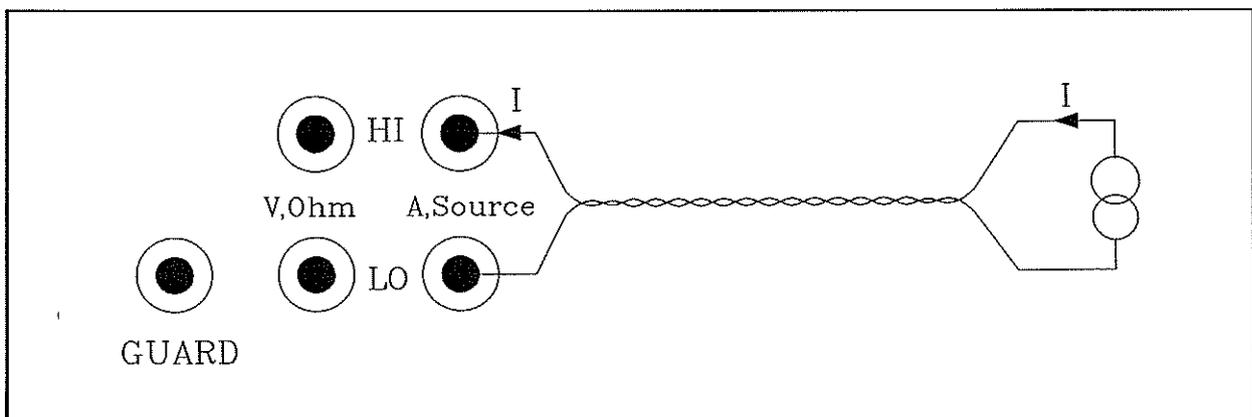


Bild 6.4.1.: Strommessung mit Zweileiter-Kabel

6.5. Meßtechnische Hinweise Temperaturmessung

Die Temperaturmessung erfolgt mittels eines PT-100-Elementes, das vierpolig an die Eingänge "V/kOhm-HI-LO" und "Ohm-Source-HI-LO" angeschlossen wird. Beim Anschluß ist auf die richtige Polung "HI-HI" und "LO-LO" von Meßleitung und Stromquelle zu achten.

Die Temperaturmessung wird auf eine Vier-Leiter-Widerstandsmessung mit einem Speisestrom von ca. 100 μA zurückgeführt. Der gewonnene Widerstands-Meßwert wird nach Linearisierung (nach DIN IEC 751) in den entsprechenden Anzeigewert °Celsius, °Fahrenheit oder Kelvin umgerechnet. Für den Anschluß der Meßleitungen und die Abschirmung gelten die unter 6.2. Bild 6.2.2. genannten Hinweise zur Vier-Leiter-Widerstandsmessung.

Offsetkorrektur und Fühlerabgleich

Entsprechend den anderen Meßfunktionen kann auch für die Temperaturmessung eine Offsetkorrektur durchgeführt werden. Wegen der nachfolgenden Umrechnung und Linearisierung ist der Ablauf der Offsetkorrektur leicht unterschiedlich zu den Methoden bei anderen Funktionen: An den Eingängen "V/kOhm" - "HI-LO" und "Ohm-Source" - HI-LO" (Bild 6.5.1.) wird ein Kurzschluß hergestellt. Das Multimeter meldet daraufhin Überlauf, "ERROR 1". Die Offsetkorrektur wird ausgelöst ("ZERO") und nach erfolgreicher Korrektur steht "donE" in der Anzeige: Die Offsetkorrektur ist ausgeführt.

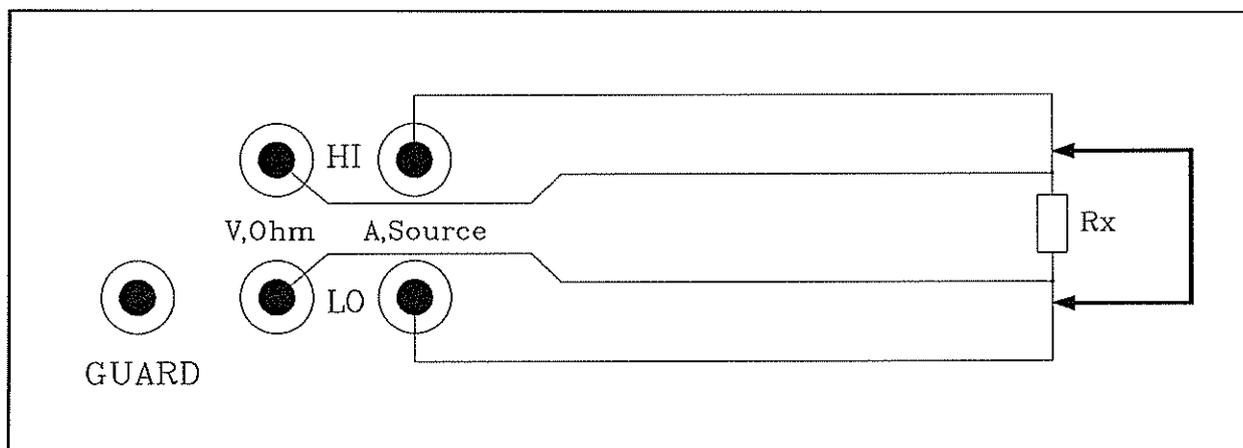


Bild 6.5.1.: Beschaltung zur Offsetkorrektur

Nach Durchführung der Offsetkorrektur kann der Fühlerabgleich bei einer genau bekannten Temperatur oder mit Hilfe eines genau bekannten Referenzwiderstandes durchgeführt werden (Bild 6.5.2.). Der Abgleich geschieht durch Kalibrierung auf diesen genau bekannten Wert (siehe "Kalibrierung").

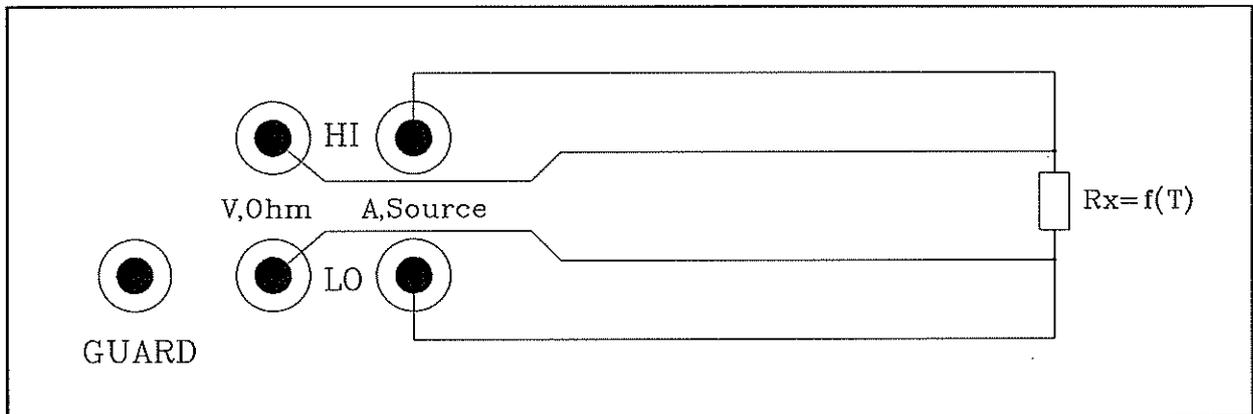


Bild 6.5.2.: Fühlerabgleich bei beliebiger Temperatur

6.6. Meßtechnische Hinweise Echtzeitratio

Die Ratio-Messung der 7½- und 8½-stelligen Multimetern DMM 6047 und DMM 6048 wird in Echtzeit durchgeführt. Die Eingangsspannung des Ratio-Einganges wird hierbei quasi als interne Referenz verwendet, zu der dann direkt das Verhältnis gebildet wird. Durch diese Meßtechnik erreicht man auch mit der Ratiomessung eine hervorragende Störunterdrückung.

Der Einsatz der Ratio-Messung hat sich besonders in Brückenschaltungen bewährt, in denen wegen der Echtzeitmessung die absolute Genauigkeit der Speisespannung keine große Rolle spielt. Es kommt lediglich auf die Kurzzeitstabilität an, die einfach zu gewährleisten ist.

Zur Messung des Echtzeitverhältnisses von 2 Gleichspannungen legt man eine positive Gleichspannung als Referenz an den "Ratio"-Eingang auf der Geräterückseite. Das Vergleichssignal wird an den Frontbuchsen angelegt oder, wenn vorhanden, an den rückwärtigen Eingangsbuchsen (Option 6047/04).

In beiden Fällen müssen der RATIO "LO"-Eingang und der SIGNAL-"LO"-Eingang potentialmäßig so miteinander verbunden sein, daß die Grenzen des Gleichtaktbereiches eingehalten werden (siehe 2.1.1. "Technische Daten Echtzeit-Ratiomessung").

Die Referenzspannung darf sich in dem Bereich von 5 V bis 20 V bewegen.

Offsetkorrektur

Für den Offsetabgleich wird der SIGNAL-Eingang auf der Frontseite kurzgeschlossen, die Referenzspannung muß dabei anliegen.

Die Verbindung zwischen RATIO "LO"-Eingang und SIGNAL-"LO"-Eingang muß hierbei ein Kurzschluß sein.

7. Manuelle Bedienung

Die Bedienung aller Gerätefunktionen geschieht über die in drei Felder geteilte Tastatur im Zusammenspiel mit den vier Anzeigeeinheiten. Einige Gerätefunktionen (Funktion, Bereich, Automatik, Offsetkorrektur) können durch einmaligen Tastendruck angewählt werden. Funktionen der 2. Funktionsebene werden durch Drücken der "2nd"-Taste und nachfolgendes Drücken der blau beschrifteten Zweitfunktion angewählt. Gerätevoreinstellungen und Dateneingaben werden durch Wahl der entsprechenden Betriebsart und nachfolgende Zahleneingabe über das Dateneingabefeld vorgenommen. Dateneingaben werden immer mit der "ENTER"-Taste abgeschlossen.

7.1. Wahl einer Gerätefunktion

Die Meßgerätefunktionen werden durch folgende Tasten angewählt:

Meßfunktion	Tastenkombination
Gleichspannungsmessung	"Vdc"
Wechselspannungsmessung ohne Gleichspannungsanteil	"Vac"
Wechselspannungsmessung mit Gleichspannungsanteil "Vdc" muß innerhalb 1sec nach "Vac" gedrückt werden	"Vac" "Vdc"
Widerstandsmessung (Zweidraht)	"kΩ/2"
Widerstandsmessung (Vierdraht)	"2nd" "kΩ/4"
Normaler/Niedriger Meßstrom (nur DMM 6048)	Prg 32 -> "2nd" "COMP"
Gleichstrommessung	"2nd" "mAdc"
Wechselstrommessung ohne Gleichstromanteil	"2nd" "mAac"
Wechselstrommessung mit Gleichstromanteil "mAdc" muß innerhalb 1sec nach "mAac" gedrückt werden	"2nd" "mAac" "mAdc"
Temperaturmessung in gewählter Einheit (°C, °F, K) Zur Änderung der Einheit muß die Kombination "2nd" "TEMP" so oft wiederholt werden, bis in der Anzeige die gewünschte Einheit erscheint.	"2nd" "TEMP"
Ratiomessung (falls vorhanden über mittlere Tastatur)	"2nd" "RATIO"

Beispiel: Vierdraht-Widerstandsmessung

Drücken Sie die Taste "2nd", danach die Taste "kΩ/4".

Zur Anzeige der Meßfunktion brennen die Leuchtdioden der "2nd"- und der "kΩ/4"-Taste gleichzeitig.

Der Meßwert erscheint nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit im Anzeigefeld. Bei eventuell auftretenden Fehlern (z.B. Überlauf) wird die entsprechende Fehlermeldung angezeigt

Beispiel: Vierdraht-Widerstandsmessung mit niedrigem Meßstrom bei DMM 6048

Gleicher Ablauf wie im obigen Beispiel. Das DMM befindet sich dann in Vierdraht-Widerstandsmessung mit normalem Meßstrom. Als nächstes wird Programm 32 angewählt und mit "2nd COMP" gestartet. Es erscheint nun "lo" in der Kanalanzeige, d.h. der niedrige Meßstrom ist aktiviert. Nochmaliges Drücken von "2nd" "COMP" schaltet zum "normalen Meßstrom" zurück, die Kanalanzeige bleibt leer. Falls ein anderes Programm angewählt war, muß Programm 32 wieder neu initialisiert werden.

7.2. Wahl eines Meßbereiches

Ein Meßbereich kann fest eingestellt oder durch das Gerät automatisch gewählt werden. Die Einstellung erfolgt über folgende Tasten:

Bereich/Funktion	Bereich/Funktion	"Taste"
0.2 Vdc, Vac	0.2 kΩ	"0.2"
2 Vdc, Vac	2 kΩ	"2"
20 Vdc, Vac	20 kΩ	"20"
200 Vdc, Vac	200 kΩ	"200"
1000 Vdc, 700 Vac	2 MΩ	"2000"
	20 MΩ	"20000"
Für DMM 6048 im Modus "Normaler Meßstrom"	200 MΩ	"2nd" "20000"
Automatische Bereichswahl an-/abschalten		"AUTO"

Anzeige des angewählten Meßbereiches

In den Tasten leuchtet jeweils die Leuchtdiode des angewählten Bereiches. Bei eingeschalteter Automatik leuchtet zusätzlich die Leuchtdiode der "AUTO"-Taste.

Der 200 MΩ-Bereich des DMM 6048 muß anhand des Dezimalpunktes erkannt werden.

Wird ein Meßbereich gewählt, der für die eingestellte Funktion nicht existiert, dann wird auf den am nächsten liegenden Meßbereich umgeschaltet. Bei Wahl eines festeingestellten Bereiches wird die Automatik abgeschaltet.

Beispiel: Bereichsumschaltung bei Wechselspannung

Sie wollen aus dem 200 Vac-Bereich in den 0.2 Vac-Bereich umschalten. Die Automatik ist abgeschaltet. Drücken Sie die Taste "0.2". Der Meßbereich stellt sich auf 0.2 Vac ein. Die Leuchtdioden der "0.2"-Bereichstaste und der "Vac"-Funktionstaste.

Beispiel: Bereichsumschaltung in 200 MΩ-Bereich bei DMM 6048

Der 200 MΩ-Bereich kann nur bei dem DMM 6048 im Meßmodus "normaler Meßstrom" angewählt werden. Aktiviert wird dieser Bereich durch aufeinanderfolgendes Drücken der "2nd"-Taste und der "20000"-Bereichstaste. Den eingestellten Bereich erkennt man in diesem Fall an dem Dezimalpunkt in der Hauptanzeige.

7.3. Wahl der Integrationszeit

Zur Wahl der Integrationszeit wird die "ENTER" Taste links neben der Integrationsanzeige gedrückt, die danach zu blinken beginnt. Durch Drücken der rot beschrifteten Tasten im numerischen Tastaturfeld wird die gewünschte Integrationszeit angewählt. Zeiten größer 4 s werden im Sekundentakt nach unten gezählt, um anzuzeigen, daß das Gerät eine Messung durchführt.

Entsprechend der gewählten Integrationszeit und eingestellter Meßfunktion erfolgt die Anzeige des Meßergebnisses mit maximal 4 ½ bis 7 ½ (6047) oder 8 ½ (6048) Stellen. Wird eine Integrationszeit gewählt, die für die gewählte Funktion nicht existiert, dann wird die am nächsten liegende Integrationszeit eingestellt.

Integrationszeit	Zeitanzeige	Tasten	Auflösung in Digits	
			DMM 6047	DMM 6048
20 msec (16.7msec/60Hz)	.02	"ENTER" "20ms"	4 ½	4 ½
40 msec (33.3msec/60Hz)	.04	"ENTER" "40ms"	4 ½	4 ½
100 msec	01	"ENTER" "0.1s"	5 ½	5 ½
200 msec	02	"ENTER" "0.2s"	5 ½	5 ½
400 msec	04	"ENTER" "0.4s"	5 ½	5 ½
1 sec	1	"ENTER" "1s"	6 ½	6 ½
2 sec	2	"ENTER" "2s"	6 ½	6 ½
4 sec	4	"ENTER" "4s"	7 ½	7 ½
10 sec	10	"ENTER" "10s"	7 ½	7 ½
20 sec	20	"ENTER" "20s"	7 ½	8 ½
40 sec	40	"ENTER" "40s"	7 ½	8 ½
80 sec	80	"ENTER" "80s"	7 ½	8 ½

Beispiel: Integrationszeit 10sec bei Gleichspannung Vdc

Drücken Sie die Taste "ENTER", dann im numerischen Feld die Taste "10sec". In der Integrationszeitanzeige erscheint 10. Nach einer Sekunde beginnt die Anzeige nach unten zu zählen 9, 8, 7,... bis ein Meßwert vorliegt. Danach beginnt die nächste Messung.

7.4. Digitales Filter

Mit Hilfe des digitalen Filters kann eine zusätzliche Störunterdrückung von 20dB gewonnen werden, indem eine gleitende Mittelwertbildung über die 10 neuesten Meßwerte durchgeführt wird.

Das Filter wird an- oder abgeschaltet durch Drücken der Taste FILTER.

Bei eingeschaltetem Filter brennt die eingebaute Leuchtdiode.

7.5. Offsetkorrektur

Nach Herstellung der Meßanschlüsse wie unter "Meßtechnische Hinweise" angegeben, kann die Offsetkorrektur durchgeführt werden.

Offsetkorrektur eines einzelnen Meßbereiches "ZERO"-Taste

Offsetkorrektur aller Bereiche einer Meßfunktion "AUTO" "ZERO"-Taste

Achtung: Damit das Gerät vor der Offsetkorrektur eine vollständige Messung durchgeführt hat, muß zwischen Drücken der "ZERO"-Taste und der "AUTO"-Taste sollte der Ablauf wenigstens einer Messung abgewartet werden.

Nach der automatischen Offsetkorrektur bleibt die Automatik bis zur Wahl eines festeingestellten Meßbereiches oder Abschalten der Automatik eingeschaltet. Die Offsetkorrektur dauert je nach Funktion, Bereich und Integrationszeit unterschiedlich lange. Während der Offsetkorrektur wird die verbleibende Zeit in der Integrationsanzeige heruntergezählt. In der Hauptanzeige erscheint in dieser Zeit "null". Bei der Offsetkorrektur im Automatikbetrieb werden alle Bereiche einer Meßfunktion nacheinander auf diese Art korrigiert.

7.6. Kontinuierliche Messung und Startbetrieb

Messungen mit dem Digitalmultimeter sind in den Betriebsarten "Messen" und "Rechnen" möglich. Die Betriebsarten werden mit den Tasten "MEAS" und "2nd" "COMP" gewählt. Unabhängig von der gewählten Betriebsart ist die kontinuierliche Messung oder die Messung im Startbetrieb möglich.

7.6.1. Kontinuierlicher Meßbetrieb

Das Meßergebnis wird nach Drücken der Taste "MEAS" angezeigt. Bei der kontinuierlichen Messung wird automatisch nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit das jeweils neueste Meßergebnis in die Anzeige geschrieben.

Achtung: Wurde für die Konstante "CT" ein Wert ungleich "0" vorgewählt, dann wird eine einzige Messung durchgeführt und das Ergebnis in die Anzeige geschrieben. Das Ergebnis bleibt solange erhalten bis durch Drücken der Taste "MEAS" eine neue Messung gestartet wird.

7.6.2. Rechen-Betrieb

7.6.2.1 Kontinuierliche Messung

Das Rechenergebnis wird nach Drücken der Tastenfolge "2nd COMP" angezeigt. Bei der kontinuierlichen Messung wird automatisch nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit und nach Durchführung des angewählten Rechenprogrammes das jeweils neueste Rechenergebnis in die Anzeige geschrieben.

Wurde für die Konstante "CT" ein Wert vorgewählt (siehe auch 7.6.2.2), dann wird die Anzahl der gewünschten Messungen durchgeführt und nach Ablauf jeder Messung das Rechenergebnis in die Anzeige geschrieben. Das letzte Ergebnis bleibt solange erhalten bis durch Drücken der Tastenfolge "2nd COMP" eine neue Meßfolge gestartet wird.

7.6.2.2. Startbetrieb (Triggerbetrieb)

Die Anzahl der im Startbetrieb durchzuführenden Messungen wird in die Konstante "CT" eingegeben. Für CT können beliebige, ganzzahlige Werte in dem für Konstanten gültigen Zahlenbereich eingegeben werden. Es wird kein Vorzeichen berücksichtigt. Werden Dezimalzahlen eingegeben, dann werden nur die vor dem Dezimalpunkt stehenden Ziffern akzeptiert. Die Eingabe von CT erfolgt nach Drücken der Tastenfolge "2nd ENTER" über das Dateneingabefeld genauso wie die Konstanteneingabe. Nach "2nd ENTER" erscheint in der Konstantennummernanzeige "ct". Die Eingabe wird durch Drücken der "ENTER"-Taste abgeschlossen. Sollen Messungen im kontinuierlichen Betrieb erfolgen, dann muß die Konstante CT gelöscht werden (Konstante löschen) oder sie muß durch Eingabe des Wertes "0" überschrieben werden.

7.7. Eingabe von Daten über die Tastatur

Alle Dateneingaben werden nach Anwahl des entsprechenden Eingabeprogrammes über das rechte Tastenfeld vorgenommen. Dateneingaben sind notwendig bei Wahl einer Programmnummer, Wahl einer Konstantennummer, Wahl der Messungsanzahl im Startbetrieb, Eingabe einer Konstanten, Einstellung der IEEE-Geräteadresse, Anwahl eines Meßkanales, Einstellung der Parameter für die Meßstellenumschaltung und bei der Kalibrierung von Meßbereichen.

Die Eingabeprogramme werden angewählt durch Betätigen folgender Tasten:

Gewünschte Eingabe	Tastenkombination
Konstantennummerneingabe, wobei x die einstellige Nummer der gewünschten Konstante ist $x = 0, \dots, 9$	"CONST" "x" "ENTER"
Konstanteneingabe	"...." "ENTER"
Programmnummerneingabe, wobei xx die zweistellige Nummer des gewünschten Programmcodes ist $xx = 00, \dots, 99$	"2nd" "PRG" "xx" "ENTER"
Anzahl der Messungen im Startbetrieb	"2nd" "ENTER" "..." "ENTER"
Einstellung der IEEE-Geräteadresse	"2nd" "IEEE" "..." "ENTER"
Anwahl eines Meßkanales, wobei xx die zweistellige Nummer des gewünschten Kanales ist $xx = 00, \dots, 19$	"CHA" "xx"
Einstellung von Parametern für die Meßstellenumschaltung	
Initialisierung des Programmes mit $xx = 50$ Intervallzeit TI (min) $xx = 51$ Verzögerungszeit TD (sec) $xx = 52$ Einschaltdauer TO (sec)	"2nd" "PRG" "xx" "ENTER"
Eingabe der Parameter	"2nd" "COMP" "...." "ENTER"
Initialisierung des Kalibrierprogrammes (funktioniert nur bei geöffnetem Kalibrierschalter)	"2nd" "PRG" "99" "ENTER"
Eingabe des Kalibrierwertes	"2nd" "COMP" "...." "ENTER"

Die mit gekennzeichnete Tastenfolge bedeutet, daß die Bedienung identisch zu den im Abschnitt "Konstanteneingabe" (Abschnitt 7.8.2.) gemachten Angaben ist. Anstelle von können Dateneingaben, Cursorfunktionen und andere Funktionen des jeweiligen Eingabeprogrammes ausgeführt werden.

7.8. Anwendung der Rechenprogramme

Soll anstelle eines Meßergebnisses das Ergebnis einer Berechnung angezeigt werden, dann müssen die aus der Tabelle der Rechenprogramme entnommenen Programm-Nummern "xx" eingegeben werden. Die für die Berechnung notwendigen Konstanten C0,.....,C9 müssen zuvor eingegeben worden sein oder nun eingegeben werden. Sollen Programme im Startbetrieb bearbeitet werden, dann ist auch die Konstante CT anzugeben.

7.8.1. Eingabe der Programmnummer

Die Eingabe der Programmnummer geschieht mit der Tastenfolge "2nd" "PRG" "xx" "ENTER". Die Darstellung des Rechenergebnisses erfolgt nach Drücken der Tastenfolge "2nd" "COMP".

Werden Rechenprogramme benutzt, bei denen die Rechenzeit die eingestellte Integrationszeit überschreitet, dann werden neue Meßergebnisse erst nach Ablauf der Rechenzeit berücksichtigt. Einzelne Meßergebnisse gehen dann, z.B. für die kontinuierliche Mittelwertbildung, verloren.

7.8.2. Eingabe der Konstanten

Numerische Eingabe

Die Eingabe einer Konstanten kann nach Anwahl der Konstantennummer mit der Tastenfolge "CONST" "x" erfolgen. Jeder Tastendruck auf einer der Zifferntasten 0-9 läßt in der Konstantenanzeige die entsprechende Konstantennummer "Cx" erscheinen, im Hauptanzeigefeld erscheint der Wert der zugehörigen Konstanten. Mit der Pfeil-rechts-Taste kann die Konstanteneingabe abgebrochen werden.

Übernahme des Meßwertes als Konstante

Mit der Pfeil-links-Taste ("MEAS") wird der letzte Meßwert in die gerade angewählte Konstante übernommen und die Konstanteneingabe abgebrochen.

Wird nachdem eine Konstante angewählt ist, die "ENTER"-Taste gedrückt, also z.B. "CONST", "8", "ENTER" für Konstante C8, dann erscheint im Hauptanzeigefeld eine blinkende Cursorstelle, die mit den Pfeiltasten nach links oder rechts über die Anzeige bewegt werden kann. Wird versucht, den Cursor über die linke Seite hinaus zu bewegen, dann wird die Konstante gelöscht, es erscheint "+-----". Der Cursor kann nicht über eine unbeschriebene Stelle "-" hinaus nach rechts bewegt werden. Die Eingabe erfolgt stets ab der blinkenden Stelle nach rechts. Wird ein Dezimalpunkt eingegeben, dann erscheint er jeweils in der Anzeigestelle vor der Cursor-Position. Ein früher eingegebener Dezimalpunkt wird gelöscht. Aus einer Zahl kann der Dezimalpunkt gelöscht werden, ohne einen neuen einzugeben, indem die Pfeil-rechts-Taste bei ganz an der rechten Position stehendem Cursor gedrückt wird. Das Vorzeichen wird mit der "+/-"-Taste geändert.

Die Eingabe einer Konstanten wird mit der "ENTER"-Taste abgeschlossen.

7.9. Einstellung des Meßstellenumschalters (nur DMM 6047)

Über die Tastatur können sowohl einzelne Meßkanäle geschaltet, als auch die automatische Kanalabfrage bedient werden. Die Darstellung des gerade geschalteten Kanals erfolgt immer in der Kanalnummernanzeige rechts unten.

7.9.1. Anwahl eines Meßkanales

Nach Drücken der Taste "CHA" blinkt in der Kanalnummernanzeige das untere Segment der vorderen Ziffer. Der Zahlenbereich für die vordere Ziffer ist auf "0" oder "1" beschränkt. Nach Eingabe von 0 oder 1 wandert die Cursor-Stelle auf die hintere Ziffer. Dort können die Ziffern 0 bis 9 eingegeben werden. Die Kanalwahl wird durch Drücken der "ENTER"-Taste abgeschlossen, der angewählte Kanal wird geschlossen.

Rückschalten zu den Frontbuchse

Soll eine Kanaleinstellung gelöscht werden, dann muß anstelle einer Ziffer ein Dezimalpunkt "." eingegeben werden. Sofort nach Eingabe des Dezimalpunktes wird der zuletzt gewählte Kanal geöffnet und das Einstellprogramm verlassen.

7.9.2. Einstellung der automatischen Kanalabfrage

Zur Durchführung der automatischen Kanalabfrage müssen am Digitalmultimeter die folgenden Werte eingestellt werden:

Mit den Programmen 50, 51 und 52 werden die vorwählbaren Zeiten TI, TD und TO eingegeben. Dazu wird mit "2nd" "PRG" "5x" "ENTER" das entsprechende Programm angewählt und mit "2nd" "COMP" die Eingabe vorbereitet.

Nach "2nd" "COMP" steht der für die Zeiten jeweils gültige Wert in der Anzeige und kann mit den Pfeiltasten und Zifferneingaben geändert werden. Nach "ENTER" wird die gewählte Zeit abgespeichert. Die an der automatischen Kanalschaltung beteiligten Kanäle werden über Programm 53 ausgewählt. Nach "2nd" "PRG" "53" "ENTER" und "2nd" "COMP" ist die Kanalanwahl betriebsbereit. Die Kanalnummernanzeige blinkt mit Ziffer "0", die Integrationszeitanzeige zeigt den Zustand des Kanals "0", als angewählt ("CL" für closed) oder nicht angewählt ("OP" für opened). Die Hauptanzeige ist abgeschaltet. Mit den Cursor-Tasten kann ein zyklisches Durchlaufen der Kanalnummernanzeige gestartet werden. Die Pfeil-rechts-Taste startet in aufsteigender Reihenfolge, die Pfeil-links-Taste in abfallender Reihenfolge mit dem Durchzählen. Nochmaliges Drücken stoppt den Durchlauf wieder. Während des Durchlaufens der Kanalnummern kann ein Kanal an- oder abgewählt werden. Mit jedem Druck auf die Taste "CHA" ändern sich der Vorwahl-Zustand und die Anzeige "OP" oder "CL". Sind alle Kanäle gewählt, dann wird mit "ENTER" das Einstellprogramm verlassen.

7.9.3. Betrieb der automatischen Meßstellenumschaltung

Zum Starten und Stoppen der Automatik-Kanalschaltung dient Programm 54. Nach Anwahl von Programm 54 durch "2nd" "PRG" "54" "ENTER" kann durch Drücken der Tastenfolge "2nd COMP" die Kanalschaltung an- und abgeschaltet werden. Bei eingeschalteter Kanalautomatik erscheint im Fenster der Programmnummernanzeige ein "r" (run), nach dem Abschalten steht wieder die Programmnummer 54 in der Anzeige. Der aktuell eingeschaltete Kanal wird in der Kanalnummernanzeige ausgegeben. Am Ende jeder Messung wird das neu gewonnene Meßergebnis in der Anzeige ausgegeben. Nach dem Ablauf eines Zyklus werden alle Kanäle abgeschaltet. Die Kanalschaltung erfolgt stets so, daß die bei der Kanalauswahl (Programm 53) mit "CL" gekennzeichneten Kanäle in aufsteigender Reihenfolge 00,...,19 geschaltet werden. Nicht angewählte Kanäle ("OP") werden übersprungen. Nach dem Einschalten des Kanals wird der Ablauf der Triggervverzögerungszeit (Programm 51) abgewartet. Danach erfolgt der Start der Messung mit der eingestellten Integrationszeit. Die Summe aus Integrationszeit und Triggervverzögerungszeit muß kleiner sein als die Einschaltedauer (Programm 52) des Kanals. Am Ende der Einschaltzeit wird der Kanal ab- und ein neuer Kanal angeschaltet.

7.10 Selbsttest

Der Selbsttest wird nach dem Einschalten des Multimeters oder auf Abruf ausgeführt. Zum Aufruf des Selbsttests wird Programm 98 gewählt durch die Tastenfolge "2nd" "PRG" "98" "ENTER". Nach "2nd COMP" wird die Selbsttestroutine ausgeführt. Die Einstellung des Gerätes ist dann die gleiche wie nach dem Einschalten.

7.11. Kalibrierung

Die Kalibrierung eines Meßbereiches über die Tastatur erfolgt mit Hilfe des Programmes 99. Programm 99 funktioniert nur, wenn der Schiebeschalter "CAL, MEAS" in Stellung "CAL" steht (sonst erscheint Fehlermeldung ERROR 5). Zur Kalibrierung eines Meßbereiches muß zuerst der Nullpunkt, wie unter "Offsetkorrektur" beschrieben, korrigiert werden. Danach wird die Kalibrierquelle angelegt und gewartet, bis der Meßwert, entsprechend der gestellten Genauigkeitsanforderungen, stabil zur Anzeige kommt. Durch Starten von Programm 99 mit "2nd COMP" wird dieser Meßwert abgespeichert und die Eingabe des Sollwertes gefordert. Nach Eingabe des Sollwertes wird die Kalibrierung durch "ENTER" abgeschlossen. Bei erfolgreicher Kalibrierung erscheint nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit der neu kalibrierte Meßwert in der Anzeige, bei Bedienungs- oder Meßfehlern erscheint ERROR 5.

(Die genaue Beschreibung der Vorgehensweise bei der Kalibrierung ist in Kapitel 9 beschrieben)

7.12. IEEE-Adresseinstellung

Nach Drücken der Tastenfolge "2nd" "IEEE" kann über das Dateneingabefeld die IEEE-Geräteadresse und das Schlußzeichen (siehe IEEE-Bus-Schnittstelle Kap. 8.1.4.) eingestellt werden.

Zum Einstellen der Betriebsart "TALK ONLY" muß die Geräteadresse (vorderes Ziffern paar) gelöscht werden. Dazu wird der Dezimalpunkt "." gedrückt. In der Anzeige erscheinen anstelle der Ziffern Striche.

7.13. Umstellen auf manuellen Betrieb

Wird das Digitalmultimeter am IEEE-Bus betrieben, dann ist die Tastatur gegen Bedienung gesperrt, bis der Computer "GTL" sendet oder die REN-Leitung inaktiv wird. Der Bediener kann jedoch den Fernsteuerzustand durch Drücken der Tastenfolge "2nd LOCAL" aufheben und das Gerät auf Manuelle Bedienung umstellen. "2nd LOCAL" funktioniert aber nur dann, wenn der Computer den Manuellen Betrieb nicht durch "LLO", "Local Lock Out" verhindert.

8. IEEE-Bus-Schnittstelle

Alle Funktionen können sowohl über die Tastatur als auch über die IEEE-Schnittstelle bedient werden. Ausgenommen hiervon ist die Einstellung von Geräteadresse und Schluß-Zeichen, die nur über die Tastatur vorgenommen werden kann.

8.1. Betrieb am IEEE-Bus

Sobald das Gerät über die IEEE-Schnittstelle den ersten Befehl erhalten hat, wird die Tastatur für die Bedienung der Gerätefunktionen blockiert. Die Bedienung über die Tastatur ist erst dann wieder möglich, wenn der Rechner sie frei gibt (Kommando "GTL") oder die "REN"-Leitung inaktiv wird und damit den Fernsteuer-Zustand für das Gerät aufhebt.

Bei Fernsteuerung leuchtet im rechten Fenster der Hauptanzeige das Segment "REMOTE".

Das Gerät versteht innerhalb eines Befehles bis zu 30 Zeichen. Alle Zeichen sind ASCII-Zeichen (ISO-7-bit Code). Mehrere Befehle können in einer Zeichenkette zusammengefaßt werden (z.B. "VDR5A1"), einige Befehle müssen jedoch alleine gesendet werden.

Die spezifischen Befehle zur Steuerung und Datenübertragung über die IEEE-Schnittstelle sind dem Handbuch des eingesetzten Rechners oder des verwendeten IEEE-Bus-Interfaces (IEC-Bus) zu entnehmen.

Enthält die vom Computer gesendete Zeichenkette Leerzeichen (SPACE, ASCII-Code 20 H), dann werden sie ignoriert.

Enthält die Zeichenkette mehr als 30 Zeichen wird die Fehlermeldung "ERROR 6" ausgegeben, z.B. bei falschem eingestelltem Schluß-Zeichen. Das Gerät kann sowohl Befehle empfangen (Betrieb als LISTENER) als auch Gerätenachrichten über seinen Zustand abgeben (Betrieb als TALKER).

Der Zeitpunkt, zu dem das Gerät Nachrichten abgibt, kann vom Rechner festgelegt werden. Eine Möglichkeit besteht darin, daß der Rechner es als TALKER adressiert und die Gerätenachricht ausliest, die zweite Möglichkeit besteht darin, das Gerät im SRQ-Betrieb zu betreiben. Es fordert dann die Bedienung durch den Rechner an, wenn eine Zustandsänderung stattgefunden hat. Per Befehl kann auf SRQ-Betrieb umgeschaltet werden. Die Grundeinstellung nach Einschalten des Gerätes ist ein Betrieb ohne SRQ.

8.1.1. Fähigkeiten der IEEE 488-Bus-Schnittstelle

Die IEEE-Rechnerschnittstelle besitzt die folgenden nach der IEEE 488-Norm definierten Fähigkeiten:

SH 1	Handshake Quellenfunktion
AH 1	Handshake Senkenfunktion
T6	TALKER Funktion
L3	LISTENER Funktion
RL1	Fernsteuerung
DC1	Rücksetzfunktion
DT1	Auslösefunktion
SR1	Bedienungsruffunktion

8.1.2. Schnittstellenbefehle

Das Gerät versteht die Universalbefehle DCL, SPE und SPD. Der Befehl DCL bringt das Gerät in seinen Grundzustand (Vdc, 1000V). Von den adressierten Befehlen versteht es GET, GTL, LLO und SDC.

Die Befehle haben folgende Wirkung:

DCL	Device Clear	Vdc, 1000V, Scanner aus, Automatik aus, Startbetrieb aus, SRQ-Betrieb aus, Display-Betrieb aus, Messbetrieb ein, Langstringformat ein
SDC	Selected Device Clear	siehe Device Clear
GTL	Go To Local	Fernsteuerung wird aufgehoben
LLO	Local Lock Out	Gerät kann nicht über die Tastatur auf manuelle Bedienung umgeschaltet werden
SPE	Serial Poll Enable	Vorbereiten des Serial Poll
SPD	Serial Poll Disable	Abschließen des Serial Poll
GET	Group Execute Trigger	Starten der adressierten Geräte

8.1.3. Einstellung des Multimeters zum Betrieb am IEEE-Bus

Um das Gerät an einem Rechner mit IEEE-Bus-Schnittstelle betreiben zu können, sind außer der vorhandenen Schnittstelle und dem richtigen Verbindungskabel noch weitere Voraussetzungen zu erfüllen. Damit sich Rechner und Gerät verständigen können, müssen die folgenden Einstellungen vorgenommen werden:

Das Gerät muß eine Geräteadresse erhalten, unter der es vom Rechner aus angesprochen werden kann. Die IEEE 488-Norm sieht hierzu die Adressen 00-30 als zulässige Nummern vor, unter denen ein Gerät erreichbar sein muß. Damit der Datenaustausch zwischen Computer und Gerät einwandfrei funktioniert, muß weiterhin vereinbart werden, mit welchem Zeichen eine Datenübertragung zwischen beiden beendet wird.

Dieses Zeichen ist bei den meisten Computern unterschiedlich. Daher ist die Einstellung von Schluß-Zeichen-Vereinbarungen notwendig.

Welches Schluß-Zeichen Ihr Rechner verwendet, entnehmen Sie bitte dem Handbuch zum Rechner oder zum IEEE-Interface des Rechners.

Das Gerät läßt 9 Schluß-Zeichen-Einstellungen zu, die Sie der nachfolgenden Tabelle entnehmen und mit den Angaben des Rechnerherstellers vergleichen können. Wählen Sie dann die den Angaben im Rechnerhandbuch entsprechende Kennziffer für das Schluß-Zeichen.

Code	Ende-Zeichen (EOS)			typische Rechner
	EOS 1	EOS 2	EOI-Leitung	
0	CR +		EOI-Leitung	Apple
1	CR			
2	LF +		EOI-Leitung	IBM
3	LF			IBM
4	CR +	LF +	EOI-Leitung	IBM
5	CR +	LF		HP
6	LF +	CR +	EOI-Leitung	
7	LF +	CR		
8			EOI-Leitung	Commodore

8.1.4. Einstellung von Geräteadresse und Schluß-Zeichen

Geräteadresse und Schluß-Zeichen zum Betrieb am IEEE-Bus werden über die Tastatur eingestellt.

Angenommen, Sie wollen das Gerät an einem IBM-PC/XT/AT mit dem PREMA 5024-Interface(ohne weitere Einstellung) betreiben, dann muß das Schluß-Zeichen LF + EOI-Leitung gewählt werden. Das Gerät soll z.B. die Geräteadresse 17 erhalten. Das Schluß-Zeichen LF + EOI-Leitung besitzt laut Tabelle die Kennziffer 2.

Drücken Sie die Taste 2nd, dann IEEE (blaue Beschriftung). In der Anzeige erscheint z.B. "IEEE.07.8", das heißt, das Gerät ist auf die Adresse 7, Schluß-Zeichen 8 (nur EOI-Leitung) eingestellt.

In der Anzeige blinkt die vorderste Ziffer von "07" um anzuzeigen, daß die Geräteadresse geändert werden kann. Nach obigem Beispiel soll die Einstellung auf "IEEE. 17.0" geändert werden.

Drücken Sie die Taste "1" im Dateneingabefeld. Dann steht "IEEE. 17.8" in der Anzeige. Die Ziffer "7" blinkt. Durch Drücken der CURSOR-Taste wandert die blinkende Stelle weiter nach rechts auf die Einstellposition des Schlußzeichens. Geben Sie dort die Ziffer "0" ein.

In der Anzeige steht nun "IEEE. 17.0". Abgespeichert wird die Einstellung durch Drücken der Taste ENTER.

Abspeichern der IEEE-Adresse im gesicherten RAM

Soll die Adresse auch nach dem Ausschalten unverlierbar sein, dann muß vor dem Drücken der ENTER-Taste der Kalibrierschalter in Stellung "CAL" gebracht werden. Nach dem Drücken der ENTER-Taste bitte nicht vergessen, den Schalter wieder in Stellung "MEAS" zu bringen (siehe Kapitel 4.6.).

8.2. Betrieb des Digitalmultimeters als Listener

Um das Gerät zum Empfang von Befehlen vorzubereiten, muß es als LISTENER adressiert werden. Entsprechende Angaben hierzu finden sich im Handbuch des Rechnerherstellers. Nach dem Adressieren als LISTENER leuchtet im rechten Fenster der Hauptanzeige das Segment "LISTEN".

Die Befehle werden als String über die IEEE-Schnittstelle zu dem Gerät gesendet.

Das Gerät versteht die folgenden Befehle:

String	Bedeutung des Befehlsstrings
"MR"	"Meßbetrieb"; Das Meßergebnis ist angewählt und erscheint in der Anzeige des Digitalmultimeters und in der Zeichenkette der TALKER-Funktion.
"CR"	"Rechenbetrieb"; Das Rechenergebnis des angewählten Programmes erscheint in der Anzeige des Digitalmultimeters und in der Zeichenkette als TALKERfunktion.
"Cx"	"Konstanteneingabe", Nach "C" erwartet das Digitalmultimeter eine Konstantennummer. Wird z.B. "C5" eingegeben, erscheint in der Hauptanzeige des Digitalmultimeters der Wert der Konstanten Nr. 5, in der rechten unteren Nebenanzeige erscheint "C5". Als folgende Zeichen erwartet das Digitalmultimeter den numerischen Wert der Konstanten. Soll kein neuer Wert eingegeben oder die Eingabe beendet werden, muß immer (auch wenn die Übertragung der Gerätemitteilung unterbrochen wurde) als Abschluß Meßergebnis "MR", Rechenergebnis "CR", Programmnummer "PXX" oder Meßzeit "TX" gesendet werden. Konstanten können als Gleitkommazahl mit Mantisse und Exponent eingegeben werden.

Die Mantisse darf bis zu 8 Stellen haben. Das Komma darf an jeder Stelle der Mantisse stehen. Das Vorzeichen kann zu jedem beliebigen Zeitpunkt geändert werden. Der Exponent wird mit "E" gekennzeichnet und sein Wert darf nicht länger als eine Stelle und größer als 7 sein. Sein Vorzeichen muß vor dem Exponenten geändert werden. Wird kein Vorzeichen für den Exponenten eingegeben, wird der Exponent positiv gewertet. Beispiel: Der Wert +300.581 für Konstante 5 kann als C5300.581 oder C5 + 300.581E0 oder C53.00581E2 eingegeben werden.

- "CT" Mit "CT" wird für den Startbetrieb die Anzahl von Messungen vorgewählt, die nach einem Startbefehl ausgeführt werden. Die Anzahl wird eingegeben wie bei "Cx".
- "VD" wählt im Digitalmultimeter die Meßfunktion "Gleichspannung" an.
- "VA" wählt die Meßfunktion "Wechselspannung" an. Es wird der Effektivwert der Wechselspannung ohne überlagerten Gleichspannungsanteil gemessen.
- "VC" Es wird der Echt-Effektivwert der Wechselspannung "mit" überlagertem Gleichspannungsanteil gemessen.
- "VR" wählt die Funktion Echtzeitratio an.
- "O2" wählt die Meßfunktion "Widerstand". Es wird in 2-Draht-Anordnung gemessen.
- "O4" wählt die Meßfunktion "Widerstand". Es wird in 4-Draht-Anordnung gemessen.
- "L2" Schaltet bei 2-Draht-Widerstandsmessung auf den "niedrigen Meßstrom" um. **Nur 6048**
- "L4" Schaltet bei 4-Draht-Widerstandsmessung auf den "niedrigen Meßstrom" um. **Nur 6048**
- "ID" wählt die Meßfunktion "Gleichstrom" an.
- "IA" wählt die Meßfunktion "Wechselstrom" an. Es wird der Effektivwert des Wechselstroms ohne überlagerten Gleichstromanteil gemessen.
- "IC" wählt die Meßfunktion "Wechselstrom" an. Es wird der Echt-Effektivwert mit überlagertem Gleichstromanteil gemessen.
- "TC" wählt die Funktion Temperaturmessung in °C an.
- "TF" wählt die Funktion Temperaturmessung in °F an.
- "TK" wählt die Funktion Temperaturmessung in K an.
- "Pxx" Das Digitalmultimeter erwartet nach "P" eine Programmnummer. Die Eingabe der Programmnummern muß stets zweistellig erfolgen, also z.B. "P06" für Programm 6. Soll die Eingabe beendet werden, muß immer (auch wenn die Übertragung der Gerätenachricht unterbrochen wurde) als Abschluß Meßergebnis "MR", Rechenergebnis "CR", Konstantennummer "Cx" oder Meßzeit "Tx" gesendet werden, z.B. "P06T5".
- "A0" (A/Null) schaltet Bereichsautomatik aus.
- "A1" schaltet Bereichsautomatik ein.
- "Rx" Mit "Rx" wird der Meßbereich gewählt. Für das "x" steht die Kennziffer des gewünschten Bereiches. Es ist zu beachten, daß verschiedene Bereiche nur mit der zugehörigen Meßfunktion ausgewählt werden können, z.B. R6 nur bei kΩ.
- "Tx" stellt die Integrationszeit und die Anzahl der im Display anzuzeigenden Stellen ein. Für "x" steht die Kennziffer der gewünschten Integrationszeit 0 bis 12.
- "D0" (D/Null) Display-Betrieb abschalten.
- "D1" Display-Betrieb einschalten. Ein nach "D1" gesendeter Text, z.B. "D1RUN" wird auf die Anzeige des Multimeters ausgegeben. Die interne Anzeige wird abgeschaltet.

"F0"	(F/Null) schaltet das zusätzliche Filter ab.
"F1"	schaltet das zusätzliche Filter an. Das Filter kann nicht an- oder abgeschaltet werden, wenn gerade eine Programm- oder Konstantennummer angerufen ist. Die Nachricht "CF1" wird als Aufruf der Konstanten 1 interpretiert.
"Q0"	(Q/Null) das Multimeter sendet keinen SRQ.
"Q1"	das Multimeter sendet einen SRQ bei: <ul style="list-style-type: none"> - jedem neuen Meßergebnis - einer Fehlermeldung - Reset - außer Limit
"Q2"	das Multimeter sendet einen SRQ aus nach Ablauf der für den Startbetrieb vorgewählten Anzahl von Messungen
"S0"	(S/Null) startet die kontinuierliche Meßfolge.
"S1"	schaltet um in den Start-(Trigger-)Betrieb, jeder Befehl S1 startet eine Messung. Bei beiden Befehlen kann die Verzögerung bis zur Ausführung maximal 10 ms dauern.
"L0"	(L/Null) Kurzformat, das Multimeter gibt nur die erste Nachrichteneinheit (Meßdaten und Textmeldungen) aus.
"L1"	Langformat, das Multimeter gibt beide Nachrichteneinheiten (Meßdaten/Textmeldungen und Programmierdaten) aus.
"Z0"	(Z/Null) löst eine Offsetkorrektur aus.
"Mxx"	wählt einen Scanner-Kanal an. Mit "MOF" wird der Scanner abgeschaltet, mit "M00-M19" wird der entsprechende Scanner-Kanal gewählt. Das Anwählen eines Scanner-Kanales schaltet die Frontbuchsen automatisch vom Multimete-reingang ab (nur bei Ausrüstung mit Scanner wirksam).
"MOF"	schaltet die Frontbuchsen wieder an den Multimete-reingang (nur bei Ausrüstung mit Scanner wirksam). Der zuvor angewählte Scanner-Kanal wird abgeschaltet.
NVxxxxxxxx"	nach NV erwartet das Multimeter eine 9-stellige vorzeichenlose, ganzzahlige Dezimalzahl als Sollwert für die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus (Ausnahme Tempertur: "NV + xxxxxxxx" oder "NV-xxxxxxx"). Die Übertragung eines Sollwertes kann nur alleine geschehen, d.h. im selben String darf kein weiterer Befehl aus obiger Tabelle übertragen werden. Nach der Übertragung des Sollwertes beginnt das DMM mit der Kalibriermessung.
END	bezeichnet das Schlußzeichen, wie es bei Einstellung der Geräteadresse gewählt wurde. Beim Schlußzeichen Nr. 8 wird z.B. mit dem letzten (28.) Zeichen E0I ausgegeben; END ist kein Befehl.
"CAxx...zzON"	bestimmt, welche Kanäle xx,...,zz bei der automatischen Kanalauswahlung ausgewählt werden.
"CAxx...zzOF"	bestimmt, welche Kanäle xx,...,zz bei der automatischen Kanalauswahlung übersprungen werden.

8.2.1. Tabelle der vom Gerät akzeptierten Befehle

MR	Meßergebnis-Ausgabe			
CR	Rechenergebnis-Ausgabe			
CT xxxxxxxx	Vorwahl von xxxxxxxx Messungen für Startbetrieb			2)
Cx	Konstante Nummer x anzeigen, x=0,...,9			2)
Cx xxxxxxxx	Konstante Nummer x auswählen und den Wertxxxxxxx zuordnen			2)
VD	Gleichspannung			
VA	Wechselspannung mit AC-Kopplung			
VC	Wechselspannung mit DC-Kopplung			
VR	Ratiomessung			
O2	Widerstand 2-Draht-Messung (Ohm-2-Draht)			
O4	Widerstand 4-Draht-Messung (Ohm-4-Draht)			
L2	Widerstand 2-Draht-Messung mit "niedrigem Meßstrom" nur 6048			
L4	Widerstand 4-Draht-Messung mit "niedrigem Meßstrom" nur 6048			
ID	Gleichstrom			
IA	Wechselstrom mit AC-Kopplung			
IC	Wechselstrom mit DC-Kopplung			
TC	Temperatur Pt-100 in °Celsius			
TK	Temperatur Pt-100 in Kelvin			
TF	Temperatur Pt-100 in °Fahrenheit			
Pxx	Programmnummer anwählen, xx=00,...99			
PxxCR	Angewähltes Programm bearbeiten			
R1	Bereich	0,2 Vdc, Vac	0,2 kΩ, °C,°F,K
R2	Bereich	2 Vdc, Vac	2 kΩ,
R3	Bereich	20 Vdc, Vac	20 kΩ,
R4	Bereich	200 Vdc, Vac	200 kΩ,
R5	Bereich	1000 Vdc, Vac	2 MΩ	mAdc, mAac)
R6	Bereich	20 MΩ,
R7	Bereich	(Nur für 6048)	200 MΩ
Ax	x=0 Bereichsautomatik aus x=1 Bereichsautomatik ein			
Tx	x=0 Integrationszeit	20 ms	Anzeige	4 1/2-stellig
	x=1 "	40 ms	"	5 1/2-stellig
	x=2 "	100 ms	"	6 1/2-stellig
	x=3 "	200 ms	"	6 1/2-stellig
	x=4 "	400 ms	"	6 1/2-stellig
	x=5 "	1sec	"	6 1/2-stellig
	x=6 "	2sec	"	6 1/2-stellig
	x=7 "	4sec	"	7 1/2-stellig
	x=8 "	10sec	"	7 1/2-stellig
	x=9 "	20sec	"	7 1/2-stellig
	x=9 "	20sec	"	7 1/2-stellig
	x=A "	40sec	"	7 1/2-stellig
	x=B "	80sec	"	7 1/2-stellig
Achtung bei DMM 6048 ab				
	x=9 Integrationszeit	20sec	"	8 1/2-stellig
	x=A "	40sec	"	8 1/2-stellig
	x=B "	80sec	"	8 1/2-stellig

Sx	x=0 Kontinuierliches Messen x=1 Startbetrieb, Start durch S1, Trigger oder GET	2)
Fx	x=0 Digitales Filter ausgeschaltet x=1 Digitales Filter eingeschaltet	
Lx	x=0 Kurzstringausgabe (nur Meßwert) x=1 Langstringausgabe (Meßwert und Geräte-Zustand)	3) 3)
Qx	x=0 SRQ-Betrieb abschalten x=1 SRQ-Betrieb einschalten, SRQ nach jeder Messung x=2 SRQ-Betrieb einschalten, SRQ nach Ablauf von "ct" Messungen	3) 3) 3)
Dx	x=0 Displaybetrieb abschalten x=1 Displaybetrieb einschalten	3) 3)
DIText	Der als Text eingegebene String wird auf der Hauptanzeige dargestellt	2, 3)
Mxx	Scanner-Kanal xx einschalten, Frontbuchsen abschalten	
MOF	Scanner-Kanäle abschalten, Frontbuchsen einschalten	
ZO	Zero, Offset-Korrektur	2)
NV xxxxxxxx	Sollwert xxxxxxxx für Kalibrierung	2)

Automatische Meßstellenumschaltung

CAXx...yy...zzON	Kanalvorwahl für Kanäle xx bis zz (einschalten)	1)
CAXx...yy...zzOF	Kanalvorwahl für Kanäle xx bis zz (abschalten)	1)
TDxxx	Triggerverzögerungszeit xxxx einstellen (xxxx* 100 ms)	2)
TOxxx	Kanal-Einschaltdauer xxxx einstellen (xxxx* 100 ms)	2)
TIxxx	Intervallzeit xxx einstellen (xxx* 1min)	2)
P54CR	Automatische Meßstellenumschaltung starten	2)
P54CR	Automatische Meßstellenumschaltung stoppen	2)

1) Innerhalb einer Zeichenkette kann entweder nur zu- oder nur abgeschaltet werden

2) Befehle müssen alleine oder am Schluß eines Strings gesendet werden

3) siehe Anmerkungen der nächsten Seite

Beim Betrieb des Gerätes am IEEE-Bus existieren drei Funktionen, die nur über die IEEE-Schnittstelle eingestellt werden können. Sie werden nachfolgend detailliert beschrieben.

8.2.2. Display-Betrieb

Im Display-Betrieb kann der Rechner unabhängig von anderen Gerätefunktionen Texte auf der Anzeige des Gerätes ausgeben. Mit "D1" wird der Display-Betrieb eingeschaltet. Die nächstfolgenden ASCII-Zeichen werden als Text auf die Anzeige geschrieben. Alle ASCII-Zeichen, für die entsprechend der ASCII-Segment-Tabelle (Abb. 8.1.) ein Segment-Code definiert ist, werden angezeigt. Alle anderen Zeichen bewirken eine dunkle Anzeigenstelle. Alle Überzähligen, die nach "D1" und dem ausgegebenen Text noch vorhanden sind, werden ignoriert. Wird "D1 text" zusammen mit anderen Befehlen innerhalb einer Zeichenkette verwendet, dann muß "D1 text" der letzte Befehl in der Zeichenkette sein. Mit "D0" wird der Display-Betrieb wieder abgeschaltet und es erscheint die zur momentanen Betriebsart und Funktion gehörige Anzeige.

Die Zeichen bzw. Zeichenkombinationen sind gemäß der nachfolgenden Tabelle zu interpretieren

1	2	3	4	5	6	7	8
9	0	A	B	C	D	E	F
G	H	I	J	K	L	M	N
O	P	Q	R	S	T	U	V
W	X	Y	Z	.	.		
=	?	h	l	-	(μ)	(°)	

Abb. 8.1.:Display-Code-Tabelle ASCII-SEGMENT-CODE

8.2.3. Stringlängen-Auswahl

Das Digitalmultimeter kann Nachrichten unterschiedlicher Länge an den Rechner senden, wobei der Rechner die Länge der gewünschten Nachricht mit "L0" oder "L1" anwählt. Sendet der Rechner den Befehl "L0", dann wird das neueste Meßergebnis ausgegeben. Die Zustandsinformation wird bei "L0" nicht ausgegeben. Nach "L1" sendet das Gerät die neuesten Daten inclusive der Zustandsinformation.

8.2.4. SRQ-Betrieb

Soll das Digitalmultimeter nicht ständig durch den Rechner abgefragt werden, sondern die Bedienung durch den Rechner anfordern, wenn eine Zustandsänderung eingetreten ist, dann kann der SRQ-Betrieb (Service request) mit dem Befehl "Q1" oder "Q2" angewählt werden. Ein SRQ wird z.B. dann ausgegeben, wenn die Tastatur bedient wurde, wenn Fehlermeldungen erscheinen oder wenn ein Reset ausgelöst wurde. Die Benutzung des SRQ-Betriebes setzt voraus, daß der angeschlossene Rechner in der Lage ist, einen SRQ zu erkennen und mit Serial Poll darauf zu antworten (s. Rechner-Handbuch). Bei "Q1" wird nach jedem Meß- oder Rechenergebnis ein SRQ ausgegeben, bei "Q2" nur nach Ablauf der letzten Messung der für den Startbetrieb vorgewählten Einzelmessungen.

8.3. Betrieb des Digitalmultimeters als TALKER

Nach Aufforderung durch den Rechner sendet das Gerät eine Nachricht über seinen momentanen Zustand und den neuesten Meßwert. Hierzu muß das Gerät vom Rechner als TALKER adressiert werden. Entsprechende Angaben hierzu finden sich im Handbuch des Rechnerherstellers. Nach der Adressierung als TALKER leuchtet im rechten Fenster der Hauptanzeige "TALK".

Die gesendete Nachricht besteht aus einer Zeichenkette und einem vereinbarten Schluß-Zeichen am Ende jeder Zeichenkette, an dem der Rechner das Ende der Übertragung erkennt. Die Nachricht besteht aus zwei Nachrichteneinheiten. Die erste enthält Daten über die neuesten Meß- oder Rechenergebnisse, die zweite enthält Informationen über den programmierten Zustand. Beide Nachrichteneinheiten werden als kompletter Nachrichtensatz übermittelt. Wird die Übertragung des Nachrichtensatzes abgebrochen bevor das Schluß-Zeichen übertragen wurde (bevor TIDS (TALKER Idle State) erreicht ist), dann wird die Übertragung bei erneutem Aufruf wieder mit dem 1. Zeichen des Nachrichtensatzes begonnen. Als Schluß-Zeichen gilt das mit dem IEEE-Einstellprogramm festgelegte Schluß-Zeichen. Für die Übertragung wird der ASCII (ISO-7-bit)-Code verwendet.

Die Länge der zweiten Nachrichteneinheit ist unveränderlich und beträgt immer 27 Zeichen + Schluß-Zeichen. Die Länge der ersten Nachrichteneinheit beträgt 14 Zeichen bei der Ausgabe von Meß- und Rechenergebnissen.

Wird die Ausgabe als Kurzstring angefordert (Befehl "L0"), dann wird nur die erste Nachrichteneinheit gesendet, die Zustandsinformation (2. Nachrichteneinheit) wird dann nicht übertragen.

Im Automatikbetrieb (Programm 54) wird als 2. Nachrichteneinheit die Information über Funktion und Anzeigergebnis an die 1. Nachrichteneinheit (14 Zeichen) angehängt.

8.3.1. Beschreibung des gesendeten Nachrichtensatzes

Die folgende Tabelle gibt einen Überblick über die möglichen Längen des Nachrichtensatzes in Abhängigkeit von der gewählten Betriebsart.

Ein Nachrichtensatz besteht aus einer (Kurzstringformat) oder aus zwei (Langstringformat) Nachrichteneinheiten, gefolgt von einem Schlußzeichen. Die zweite Nachrichteneinheit heißt Zustandsinformation.

Die Länge eines Nachrichtensatzes wird durch die Betriebsart bestimmt. Sie beträgt für

a) Mess- und Rechenbetrieb

41 (14) Zeichen + Schlußzeichen

Beispiel: "+01.2987641E+0MRVDP00A0R2F0T2D0S0Q0MOFB00" + Schlußz.
"+01.2987641E+0" + Schlußzeichen

b) Automatische Kanalschaltung

41 (19) Zeichen + Schlußzeichen

Beispiel: "+01.2987641E+0MRVDP00A0R2F0T2D0S0Q0M02B00" + Schlußz.
"+01.2987641E+0R1M02" + Schlußzeichen

c) Fehler- und Textmeldungen

41 Zeichen + Schlußzeichen

Beispiel: "ERROR 01 MR04P00A1R6F0T2D0S0Q0MOFB00" + Schlußz.
"ERROR 01 " + Schlußzeichen

Die Zahlen in Klammern (..) gelten für die Zeichenanzahl in Kurzstringformat.

8.3.2. Beschreibung der gesendeten Nachrichteneinheiten

Die gesendeten Zeichen haben, abhängig von der gewählten Betriebsart die folgende Bedeutung:

Betriebsart Messen oder Rechnen

Der ausgelesene String hat z.B. folgende Form:

+1.32019872E-1MRVDP00A0R1F0T1D0S0Q0MOFB00 + Schlußzeichen

Der String enthält den neuesten Meßwert oder das neueste Rechenergebnis zusammen mit der Zustandsinformation.

In der 1. Nachrichteneinheit können Zahlenwerte oder Textmeldungen stehen. Sie besteht aus 14 Zeichen. Dies können Meß- und Rechenergebnisse sowie Konstantenwerte (alle rechtsbündig) oder Textmeldungen des Hauptanzeigefeldes (alle linksbündig) sein. Bei Rechenergebnissen, Konstantenwerten oder Vorzeichenbehafteten Meßgrößen ist das erste Zeichen immer das Vorzeichen "+,-". Bei vorzeichenlosen Meßgrößen (kΩ, Vac, mAac) werden alle Zahlen vorzeichenlos ausgegeben und alle führenden Stellen mit "0" aufgefüllt. Die Ausgabe der Zahlen erfolgt in Exponentialform, z.B. "+01.982653E-1".

Textmeldungen sind: "ERROR x"
"NULL"
"DONE"
"CONTR. x"
"CAL "
"NO VALUE"
"HI "
"LO ".

Die nicht benötigten Stellen werden mit Leerzeichen aufgefüllt.
Ab dem 15. Zeichen beginnt die zweite Nachrichteneinheit (Zustandsinformation).

8.3.3. Abfragen der Tastatur über den IEEE-Bus

Im Fernsteuerzustand (Remote) führt das Gerät nach Tastendruck nicht die zugehörige Funktion aus sondern legt in der IEEE-Gerätenachricht einen Nummerncode für die zuletzt betätigte Taste ab.

Diese Information kann vom Rechner genutzt werden, um das Gerät in fernbedienten Testsystemen zu einem Befehlsgerät zu machen. Durch Tastendruck können vom Rechner spezifische Programme angefordert werden.

B01	B02	B03	B04	B05	B06	B07	B08	B09	B10
B11	B12	B13	B14	B15	B16	B17	B18	B19	B20
B21	B22	B23	B24	B25	B26	B27	B28	B29	B30

Bild 8.3.1.:Tastencodes für Tastaturabfrage

Nach jedem Tastendruck wird der IEEE-Ausgabepuffer mit dem entsprechenden Tastendruck aktualisiert. Nach dem Auslesen der Nachricht durch den Rechner wird der Tastencode auf "00" gesetzt. Bei eingeschalteter SERVICE-REQUEST-Funktion löst jeder Tastendruck einen SRQ aus.

8.3.4. Tabelle der vom Multimeter gesendeten Gerätenachrichten

Die Gerätenachricht gibt zur Kennzeichnung des Gerätezustandes oder der Geräteeinstellung die folgenden Zeichen in einem String aus. Dieser unterteilt sich in zwei Nachrichteneinheiten. Die 1. Nachrichteneinheit enthält den Meßwert in Exponential-Darstellung, die 2. Einheit enthält die Information über den Gerätezustand.

Erste Nachrichteneinheit

1. bis 14. Zeichen
 + .XXXXXXXXXXE + x

ERROR xx	Fehlermeldungen, je nach Ereignis (siehe Kap. 5.12)
CONTR. x	Meldung der verschiedenen Testroutinen
NO VALUE	Meldung, falls kein Triggersignal gesendet wurde
NULL	Nullmessung läuft
DONE	Offsetkorrektur bei Temperaturmessung abgeschlossen
CAL	Kalibriermodus aktiviert
HI	Oberes Limit überschritten
LO	Unteres Limit überschritten

Zweite Nachrichteneinheit

Position											
15	17	19	22	24	26	28	30	32	34	36	39
MR	VD	Pxx	Ax	Rx	Fx	Tx	Dx	Sx	Qx	Mxx	BMx
CR	VA	00	0	1	0	0	0	0	0	OF	0
Cx	VC	::	1	:	1	:	1	1	1	00	1
CT	ID	::	:	2	9	2				::	
	IA	::	:		A	3				::	
	IC	99		7		B				20	
	O2										
	O4										
	L2										
	L4										
	TC										
	TK										
	TF										

Bedeutung der gesendeten Zeichen

Position	(erstes, letztes Zeichen) der Gerätenachricht
(1, 1)	"+" positives Vorzeichen der Mantisse "-" negatives Vorzeichen der Mantisse
(2, 11)	"x" 9-stellige Mantisse oder Textmeldung, Zahlenbereich ".00000000 - 99999999"
(12, 12)	"E" Kennzeichnung des Exponenten
(13, 13)	"+" positives Vorzeichen des Exponenten "-" negatives Vorzeichen des Exponenten
(14, 14)	"x" Betrag des Exponenten

(15, 16)	"MR"	Meßergebnis wird ausgegeben	
	"CR"	Rechenergebnis wird ausgegeben	
	"Cx"	Konstante Nr. x wird ausgegeben	
	"CT"	Anzahl der für den Startbetrieb vorgewählten Messungen	
(17, 18)	"VD"	Gleichspannungsmessung ist angewählt	
	"VA"	Wechselspannungsmessung ohne Gleichspannungseinkopplung	
	"VC"	Wechselspannungsmessung mit Gleichspannungskopplung	
	"ID"	Gleichstrommessung ist angewählt	
	"IA"	Wechselstrommessung ohne Gleichstromkopplung	
	"IC"	Wechselstrommessung mit Gleichstromkopplung	
	"O2"	Widerstandsmessung, Zweidrahtanordnung	
	"O4"	Widerstandsmessung, Vierdrahtanordnung	
	"L2"	Widerstandsmessung, 2-Draht, niedr.Meßstrom	(nur DMM 6048)
	"L4"	Widerstandsmessung, 4-Draht, niedr.Meßstrom	(nur DMM 6048)
	"TC"	Pt 100-Temperaturmessung, Anzeige in °C	
	"TF"	Pt 100-Temperaturmessung, Anzeige in °Fahrenheit	
	"TK"	Pt 100-Temperaturmessung, Anzeige in Kelvin	
	"VR"	Ratiomessung	
(19, 21)	"Pxx"	Mathematikprogramm Nr. xx angewählt	
(22, 23)	"Ax"	x=0 Automatische Bereichswahl abgeschaltet x=1 Automatische Bereichswahl angeschaltet	
(24, 25)	"Rx"	Meßbereich "x" eingestellt	
	R1	0,2 Vdc,Vac 0,2 kΩ,°C, °F, K
	R2	2 Vdc,Vac 2 kΩ,
	R3	20 Vdc,Vac 20 kΩ,
	R4	200 Vdc,Vac 200 kΩ,
	R5	1000 Vdc,Vac 2 MΩ	mAdc,mAac,
	R6	20 MΩ,
	R7	200 MΩ, (nur DMM6048)
(26, 27)	"Fx"	x=0 Digitales Filter abgeschaltet x=1 Digitales Filter angeschaltet	
(28, 29)	"Tx"	Integrationszeit "x" eingestellt	
	"T0"	20 ms 4 1/2-stellig	
	"T1"	40 ms 4 1/2-stellig	
	"T2"	100 ms 5 1/2-stellig	
	"T3"	200 ms 5 1/2-stellig	
	"T4"	400 ms 6 1/2-stellig	
	"T5"	1 sec 6 1/2-stellig	
	"T6"	2 sec 6 1/2-stellig	
	"T7"	4 sec 7 1/2-stellig	
	"T8"	10 sec 7 1/2-stellig	
	"T9"	20 sec 7 1/2-stellig bzw. 8 1/2-stellig	(DMM 6048)
	"TA"	40 sec 7 1/2-stellig	(DMM 6047)
		8 1/2-stellig	(DMM 6048)
	"TB"	80 sec 7 1/2-stellig	(DMM 6047)
		8 1/2-stellig	(DMM 6048)
(30, 31)	"Dx"	x=0 Displaybetrieb abgeschaltet x=1 Displaybetrieb angeschaltet	

(32, 33)	"Sx"	x=0 Startbetrieb abgeschaltet x=1 Startbetrieb angeschaltet
(34, 35)	"Qx"	x=0 SERVICE-REQUEST-Funktion abgeschaltet x=1 SRQ nach Ablauf jeder Messung x=2 SRQ nach Ablauf der letzten Messung einer mit "CT" vorgewählten Anzahl von Messungen
(36, 38)	"MOF" "Mxx"	Multiplexereingänge weggeschaltet, Eingangssignal liegt an den Frontbuchsen Multiplexerkanal "xx" eingeschaltet, die Frontbuchsen sind abgeschaltet, xx=00,...,19
(39, 41)	"Bxx"	xx=00 Es war keine Taste gedrückt xx=01,...,30 Es war Taste Nr. xx gedrückt.
(41, 41)	EOI	EOI-Signal aktiv mit dem letzten Zeichen, das ausgegeben wird, wenn über die Einstellung ein Schlußzeichencode mit EOI gewählt wurde (Code Nr. 8, nur EOI)
(42, 43)	EOS1	Schlußzeichenvereinbarung EOS1, EOS2 (End of String)
	EOS2	am Ende der Gerätenachricht, wahlweise mit oder ohne EOI-Signal bei Ausgabe des letzten Zeichens. Ob nur ein Schlußzeichen (EOS1) oder zwei Schlußzeichen (EOS1 + EOS2) ausgegeben werden bestimmt der für die Schlußzeichen vereinbarten Code (0,...,8).

8.4. Programmierbeispiele für IEEE-Bus-Interface

Bevor das Digitalmultimeter über das IEEE-Bus-Interface betrieben werden kann, müssen Geräteadresse und Endezeichen, wie am Anfang dieses Kapitels beschrieben, eingestellt werden. In den beiden folgenden Beispielen für Commodore- und Tektronix-Rechner ist die Adresse "7" gewählt und als Endezeichen wird EOI empfohlen.

8.4.1. COMMODORE CBM 3032

Bedienung des Digitalmultimeters durch den CBM 3032. Der CBM 3032 ist CONTROLLER, das Digitalmultimeter ist LISTENER.

```
100 print "ihre Eingabe bitte"
110 input a$
120 open 1,7                      ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
130 print #1,a$
140 close 1
150 goto 100
```

Lesen der Zeichenkette des Digitalmultimeters mit dem CBM 3032. Der CBM 3032 ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

```
200 open 2,7                      ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
210 input #2,b$
220 close 2
230 print b$
240 goto 100
```

8.4.2. TEKTRONIX 4051

Bedienung des DMM mit dem Tektronix 4051:
Der Tektronix-Rechner ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

```
100 PRI "IHRE EINGABE BITTE"
110 INP A$
120 PRI @7:A$                      ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
130 GO TO 100
```

Lesen der Zeichenkette des DMM mit dem Tektronix 4051:
Der Tektronix ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER

```
140 INP @7:B$                      ("7" ist die Geräteadresse des DMM)
150 PRI B$
160 GO TO 100
```

8.4.3. HEWLETT PACKARD HP 85

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Endezeichen ist CR + LF ohne EOI.

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 85.
Der HP 85 Rechner ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

```
130 PRINT "IHRE EINGABE BITTE"  
140 INPUT B$  
160 OUTPUT 707;B$  
190 END
```

Lesen der Zeichenkette vom Digitalmultimeter mit dem HP 85.
Der HP 85 Rechner ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

```
530 DIM A$(50)                                Feldvereinbarung, sehr groß gewählt, mindestens  
                                              32 Plätze reservieren  
540 ENTER 707;A$  
580 DISP A$  
590 END
```

8.4.4. HEWLETT PACKARD HP 87

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Endezeichen ist CR + LF ohne EOI.

10 DIM A\$[50] ,B\$[32]

Feldvereinbarung, mindestens 32 Plätze notwendig DIM A\$ mindestens 32

Bedienung des Digitalmultimeters durch den Rechner HP 87.
Der HP 87 ist CONTROLLER, das DMM ist LISTENER.

20 INPUT B\$

Eingabe über die Tastatur des HP 87

30 OUTPUT 707;B\$

String-Übertragung vom HP 87 zum Digitalmultimeter

Lesen der Zeichenkette vom Digitalmultimeter mit dem HP 87.
Der HP 87 ist CONTROLLER, das DMM ist TALKER.

40 ENTER 707;A\$

String-Übertragung vom Digitalmultimeter zum HP 87 Rechner

50 PRINT A\$

60 GOTO 20

8.4.5. HEWLETT PACKARD HP 87

Betrieb des Digitalmultimeters wie zuvor, jetzt aber mit SRQ.

Die Geräteadresse des Digitalmultimeters ist 7, das Endezeichen ist CR + LF ohne EOI.

10	ON INTR 7 GOSUB 500	prüft auf IRQ durch IEEE-488-Bus
20	DIM A\$(50), B\$(50)	Feldvereinbarung, mindestens 32 Plätze notwendig
30	INPUT B\$	Eingabe über die HP 87 Tastatur, z.B. "Q1" für SRQ zugeschaltet
40	OUTPUT 707;B\$	String Übertragung vom HP 87 zum DMM
50	ENABLE INTR 7;8	erlaubt IRQ durch SRQ
60	GOTO	Zeilennummer des Anwender programms
500	STATUS 7,1; W	
510	P=SPOLL (707)	Übertragung des SRQ Status Registers
520	IF P>63 THEN GOSUB 1000	Auswertung des Registerinhaltes
530	ENABLE INTR 7,8	erlaubt IRQ durch SRQ
540	RETURN	
1000	ENTER 707;A\$	Einlesen der Nachricht vom Digitalmultimeter
1010	PRINT A\$, P, "GERAETE NR.7"	Ausgabe auf den Bildschirm zusammen mit der Status Information
1020	RETURN	

8.4.6. HEWLETT PACKKARD HP 9816 (200er Serie) mit DMM

```

1000 !***** Datenübertragung HP 9816 - - Digitalmultimeter
1010 !
1020 !Vereinbarung der Variablen
1030 !
1040 COM / DMM 6001/ @Dmmnr, Setup$[32], Anzeige$[32]
1050 !
1060 !Adressenzuweisung --> 7 = @Dmmnr
1070 !
1080 ASSIGN @Dmmnr TO 707
1085 ON INTR 7,1 CALL Serialpoll
1090 !
1100 ! EINLESEN DES GEWÜNSCHTEN SETUPS ÜBER DIE TASTATUR
1110 !
1120 INPUT Setup$
1130 OUTPUT @Dmmnr;Setup$
1140 !
1150 ! INTERRUPT FREIGEBEN
1160 !
1170 ENBLE INTR 7;2 !IRQ BEI AUFTRETEN EINES SRQS
1180 Haupt: !
1190 GOTO Haupt !Anwenderprogramm
1200 END
1210 !.....
1220 !.....
1230 SUB Serialpoll
1240 ! PRÜFT GERÄT AUF BEDIENUNGSRUF, LIEST BEI BEDARF AUS
1250 ! UND KEHRT IN DIE WARTESCHLEIFE DES HAUPTPROGRAMMES
1260 ! ZURÜCK
1270 !
1280 COM /Dmm 6001/ @Dmmnr, Setup$[30], Anzeige$[32], P
1290 !
1300 P=SPOLL (@Dmmnr)
1310 !
1320 IF P>63 THEN CALL Messwert
1330 ENABLE INTR 7
1340 SUBEND
1350 !.....
1360 !.....
1370 SUB Messwert
1380 !
1390 ! LIEST VOM VOLTMETER DEN AKTUELLEN MESSWERT EIN.
1400 !
1410 COM/Dmm 6001/@Dmmnr, Setup$[30], Anzeige$[32], P
1420 ENTER @Dmmnr; Anzeige$
1430 PRINT Anzeige$,P
1440 SUBEND

```

8.4.7. APPLE II mit CCS Interface Modul 7490

2	PRINT	
3	PRINT "BEIM DMM ADRESSE IEEE.07.0 EINSTELLEN."	
5	PRINT	
6	PRINT "WENN DIES GESCHEHEN IST, "	
7	PRINT "TASTE -RETURN- DRÜCKEN"	
8	INPUT C\$	
12	PRINT:PRINT	
15	PRINT "IHRE EINGABE BITTE"	
20	INPUT B\$	
30	PR#3	Slot #3 für Ausgabe initialisieren
40	PRINT "@`:"	Im Adressmode, REN und ATN aktiv, wird Listeneradresse 7 gesendet. @ schaltet in Adress Mode, ` sendet Listeneradresse 7, : schaltet zurück in Command Mode
50	PRINT "`";B\$;"`"	die Nachricht wird gesendet; ` schaltet Text Mode zu und ab,
60	PRINT "@G:"	im Adressmode wird Talkeradresse 7 gesendet, @ schaltet in Adress Mode, G sendet Talkeradresse 7, : schaltet zurück in Command Mode;
70	PR#0	Daten vom IEEE-Bus werden direkt auf dem Bildschirm ausgegeben
80	INPUT " ";A\$	Einlesen der Nachricht vom IEEE-Bus
90	IN#0	Ein-/Ausgabe wird auf Tastatur umgeschaltet
99	CALL 1002	siehe Anmerkung unten
100	GOTO 20	

Alle Zeilennummern, die nicht in der 10er Reihe (10, 20, 30 ... usw.) liegen, dienen der Bedienerführung und können auch weggelassen werden.

Durch den Befehl PR#3 im Programm werden die DOS-Funktionen abgehängt, so daß z.B. keine Diskettenoperationen mehr möglich sind. Mit einem nachfolgenden CALL 1002 werden die DOS-Funktionen reinitialisiert. Durch die Benutzung der komplizierteren Syntax PRINT CHR\$(4);"PR#3" wird diese Schwierigkeit umgangen, jedoch handelt man sich Probleme bei der Bildschirmausgabe ein, wenn Text formatiert ausgegeben wird.

8.4.8. IBM Personal-Computer oder Kompatible mit National Instruments Interfacekarte PC2A

```

1000 CLEAR      ,50000!           ' BASIC Deklarationen '
1010 IBINIT1 = 50000!
1020 IBINIT2 = IBINIT1 + 3
1030 BLOAD "bib.m", IBINIT1
1040 CALL IBINIT1( IBFIND, IBTRG, IBCLR, IBPCT, IBSIC, IBLOC, IBPPC,
  IBNA, IBONL, IBRSC, IBSRE, IBRSV, IBPAD, IBSAD, IBIST, IBDMA,
  IBEOS, IBTMO, IBEOT, IBRDF, IBWRTF )
1050 CALL IBINIT2( IBGTS, IBCAC, IBWAIT, IBPOKE, IBWRT, IBWRTA, IBCMD,
  IBCMDA, IBRD, IBRDA, IBSTOP, IBRPP, IBRSP, IBDIAG, IBXTRC, IBRDI,
  IBWRTI, IBRDIA, IBWRTIA, IBSTA%, IBERR%, IBCNT% )
1060 REM
1070 PRINT " --- MULTIMETER STEUER SOFTWARE ---"
1080 PRINT
1090     CMD$ = SPACE$(30)
1100     WRT$ = SPACE$(30)
1110     RD$ = SPACE$(40)
1120     EOS$ = CHR$(13)
1130 REM --- SUCHE IN DER GERAETETABELLE ---
1140 PRINT " GERAETENAME IST DEV1, ADRESSE SIEHE IN IBCONF.EXE "
1150 PRINT " GERAETEADRESSE AUF IEEE.01.0 STELLEN (IEEE-TASTE) "
1160 PRINT " GERATETADRESSE STEHT IN DER TABELLE IBCONF.EXE "
1170 PRINT:PRINT:PRINT:PRINT
1180 PRINT " *** Korrekte Adress-Schlusszeichenkombination *** "
1190 PRINT " *** in IBCONF.EXE pruefen *** "
1200 PRINT
1210 REM
1220 REM --- DBESTIMMUNG DER ADRESSE ---
1230 REM -----
1240     BDNAME$ = "DEV1":CALL IBFIND (BDNAME$,DEV1%)
1242 REM -----
1250 PRINT "EINGABE EINES BEFEHLES AN DAS MULTIMETER "
1254 PRINT "SIEHE KAPITEL 11, IEEE BEFEHLE z.B. VD,VA,T1, ..."
1256 PRINT "RETURN bewirkt nur das Lesen einer Nachricht "
1260 LINE INPUT CMD$
1261 PRINT CHR$(12);CMD$
1262 IF CMD$="" THEN 1268
1264 GOSUB 1280:REM BEFEHL SENDEN
1265 FOR I=1 TO 1000:NEXT I: REM CA. 1 SEC WARTEN
1268 GOSUB 1340:REM NACHRICHT LESEN
1269 GOTO 1250
1270 REM -----

```

Unterprogramme fuer die Ausgabe von Befehlen und das Lesen von Geraetenachrichten

```
1270 REM -----
1280 REM --- AUSGABE VON BEFEHLEN AN DAS MULTIMETER ---
1290 WRT$=CMD$+EOS$:REM BEFEHL UND SCHLUSSZEICHEN (EOS)
1300 CALL IBWRT (DEV1%,WRT$)
1310 RETURN
1320 REM --- AUSGABE VON BEFEHLEN AN DAS MULTIMETER ---
1330 REM -----
1340 REM --- LESEN VON GERAETENACHRICHTEN VOM MULTIMETER ---
1350 CALL IBRD (DEV1%,RD$)
1360 MW=VAL(RD$)
1370 PRINT RD$;MW
1380 RD$=SPACE$(40)
1390 RETURN
1400 REM --- LESEN VON GERAETENACHRICHTEN VOM MULTIMETER ---
1410 REM -----
```

8.4.9. Steuerung eines Digitalmultimeters unter Turbo Pascal mit IBM PC oder kompatiblen und IEEE488-Interfacekarte PCIIA von National Instruments

```

program Beispiel;      {liest 2 Kanäle des DMM im SRQ-Betrieb aus und stellt
                       die Ergebnisse am Bildschirm dar }
uses tpdecl,crt;      {Einbinden der Pascal-Treiberschnittstelle der PCIIA
                       IEEE-488-Interfacekarte mit der unit "tpdecl"}

Type
  cbuf  = array[1..7] of char;
  rbuf  = array[1..14] of char;

Var cmd      : cbuf;      (* command buffer                *)
    rd       : rbuf;      (* read data buffer          *)
    wrt      : cbuf;      (* write data buffer         *)
    bd       : integer;   (* board or device number    *)
    dvm      : integer;   (* device number             *)
    v        : integer;   (* "value" parameter        *)
    cnt      : integer;   (* byte count for transfers  *)
    mask     : integer;   (* events to be waited for  *)
    ppr      : char;      (* parallel poll response byte *)
    spr      : char;      (* serial poll response byte *)
    brdname  : nbuf;      (* board name buffer         *)
    devname  : nbuf;      (* device name buffer        *)
    i,j      : integer;
    srq      : integer;
    status   : string;

const
  on :integer=1;
  off:integer=0;

procedure prvars;
begin
  writeln ('ibsta=',ibsta,'iberr=',iberr,'ibcnt=',ibcnt);
end;

procedure finderr;
begin
  writeln (' Find error');
end;

procedure error;
begin
  writeln (' Error');
  prvars;
end;

procedure dvmerr;
begin
  writeln (' DVM error');
  prvars;
end;

```

```

procedure sp_byte;    {Auswertung des Serial Poll Bytes}
begin
  srq:=ord(spr);
  str(srq,status);
  if srq = 65 then status :='Meßwert ok.';
  if srq = 192 then status :='TASTE gedr.';
  if srq = 72 then status :='Fehler      ';
end;

{***** Hauptprogramm *****}
begin
  brdname := 'gpib0  ';
  bd := ibfind(brdname);      {Interfacekarte deklarieren}
  devname:='dev7  ';
  dvm:=ibfind (devname);     {Digitalmultimeter deklarieren}
  if (dvm < 0) then finderr;
  ibsre(bd,on);              {setzt die REMOTE ENABLE Leitung auf logisch high}
  ibclr(dvm);                {führt Device Clear am DMM aus}
  if ((ibsta AND ERR) <> 0) then error;
i:=0;
j:=0;
  clrscr;
  mask:=timo or rqs;        {maskieren auf SRQ und Timeout}
  wrt:='o2l0q1';           {Voreinstellung des Gerätes auf 2-Draht-Ω "o2",
                           Kurzstringformat "l0" und SRQ-Betrieb "q1"}
  ibwrt (dvm,wrt,6);        {Befehl an DMM senden}
  while not keypressed or (I=1000) do
  begin
    i:=i+1;
    j:=j+1;
    wrt:= 't6r3m05';        {1s Meßzeit, 20kΩ-Bereich, Kanal 5}
    ibwrt (dvm,wrt,7);      {Befehl an DMM senden}
    ibwait (dvm,mask);      {Warten auf SRQ oder Timeout}
    ibrsp (dvm,spr);        {Auslesen des Serial Poll Bytes}
    sp_byte;
    ibrd (dvm,rd,14);        {Meßwert einlesen}
    gotoxy(1,j);
    write(rd, '  ** ', status, ' ** ');
    wrt:= 't3r4m06';        {100ms Meßzeit, 200kΩ-Bereich, Kanal 6}
    ibwrt (dvm,wrt,7);      {Befehl an DMM senden}
    ibwait (dvm,mask);      {Warten auf SRQ oder Timeout}
    ibrsp (dvm,spr);        {Auslesen des Serial Poll Bytes}
    sp_byte;
    ibrd (dvm,rd,14);        {Meßwert einlesen}
    gotoxy(40,j);
    write(rd, '  ** ', status, ' ** ');
  if j=25 then j:=0;
  end;
  ibloc (dvm);              {setzt DMM in LOCAL-Zustand zurück}

end.

```

9. KALIBRIERUNG

Bevor mit der Kalibrierung begonnen werden kann, muß eine Aufwärmzeit von 2-3 Stunden abgewartet werden. Das Digitalmultimeter besitzt eine digitale Kalibrierung, die es erlaubt, das Gerät bereichsweise oder auch vollständig nachzukalibrieren. Dazu muß das Gerät nicht geöffnet werden. Die Kalibrierung ist sowohl über den IEEE 488-Bus, wie auch über die Frontplattentastatur möglich. Die Korrekturwerte der ersten Kalibrierung im Hause PREMA, die sogenannten ORIGINAL Kalibrierdaten sind im Programm-EPROM und in einem batteriegepufferten CMOS-RAM gespeichert. Das Multimeter verwendet die Korrekturwerte, die im CMOS-RAM gespeichert sind. Die Lebensdauer der internen Lithium-Batterie beträgt ca. 10 Jahre.

Eine unbeabsichtigte Änderung der Korrekturwerte im CMOS-RAM wird durch einen versenkt angeordneten Schiebeschalter S2, der sich rechts auf der Geräterückwand befindet und mit "MEAS" und "CAL" beschriftet ist, verhindert. Soll das Digitalmultimeter nachkalibriert werden, muß der Schalter S2 mit Hilfe eines kleinen Schraubendrehers oder eines ähnlichen Werkzeuges von "MEAS" auf "CAL" umgeschaltet werden. Der Betriebszustand "CAL" wird durch ein periodisch in der Hauptanzeige erscheinendes "CAL" dargestellt. In diesem Betriebszustand sind die Korrekturwerte im CMOS-RAM ungeschützt und können überschrieben werden. Anschließend muß unbedingt wieder auf "MEAS" zurückgeschaltet werden.

9.1. Zurückladen der ORIGINAL Kalibrierdaten

Sind Korrekturwerte versehentlich durch unsachgemäße Kalibrierversuche zerstört worden und können wegen fehlender Kalibrierquellen nicht mehr nachkalibriert werden, besteht die Möglichkeit die von PREMA in das Programm-EPROM abgespeicherten ORIGINAL Kalibrierdaten in das CMOS-RAM umzuspeichern. Hierzu muß der Netzschalter des Multimeters einmal auf "OFF" und dann wieder auf "ON" geschaltet werden, wobei der Kalibrierschalter auf der Geräterückseite sich in der Stellung "CAL" befinden muß. Hierbei werden nach Einschalten des Gerätes automatisch die ORIGINAL Kalibrierdaten vom EPROM in das gepufferte CMOS-RAM umgespeichert und alle Korrekturwerte des Eingangsoffsets gelöscht. Deswegen ist jetzt die Neukompensation des Eingangsoffsets aller Funktionen und Bereiche notwendig. Hierzu werden die Eingangsbuchsen "V/Ohm" des Digitalmultimeters kurzgeschlossen, die Meßbereichswahl in der Funktion "Vdc" auf "Auto" gestellt und die Taste "Zero" gedrückt. Das Multimeter korrigiert jetzt alle Nullpunkte der Vdc-Meßbereiche nacheinander automatisch und legt die Korrekturwerte im geschützten RAM ab. Die Offsetkorrektur eines einzelnen Meßbereiches ist möglich, indem ein Bereich fest vorgewählt, "Auto" also abgeschaltet wurde. Auf die gleiche Weise wird für alle anderen Funktionen verfahren (Kap. 9.1.-9.4. beachten).

9.2. Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche

Zuerst wird der Meßbereich angewählt und eine genau bekannte positive oder negative Referenzspannungsquelle, die zwischen 5% und 100% (vorzugsweise zwischen 50% und 100%) des Anzeigeumfanges des jeweiligen Bereiches liegen darf, an die Eingangsbuchsen angelegt. Das Multimeter gibt jetzt in der Anzeige einen Messwert aus, der mit seinem momentanen Kalibrierfaktor errechnet wurde. Weichen Soll- und Istwert zu stark voneinander ab, ist es notwendig diesen Bereich neu zu kalibrieren.

Zur Kalibrierung muß gewartet werden, bis der Messwert entsprechend den Genauigkeitsanforderungen für die Kalibrierung hinreichend stabil ist. Danach wird Programm 99 angewählt und mit "2nd COMP" gestartet. Durch Drücken von "2nd COMP" wird der momentan angezeigte Messwert gespeichert. Danach wird die Eingabe des Sollwertes über die Tastatur (Dateneingabefeld) gefordert. Nach Eingabe des Sollwertes wird die Kalibrierung durch Drücken der ENTER-Taste abgeschlossen. Der neu kalibrierte Messwert wird dann nach Ablauf der eingestellten Integrationszeit angezeigt.

Sollen weitere Bereiche und Funktionen nachkalibriert werden, beginnt man den oben beschriebenen Vorgang von neuem.

ACHTUNG !!!!!

Nach Beendigung der kompletten Kalibrierung muß unbedingt der versenkte Schalter auf der Rückwand des Gerätes von "CAL" auf "MEAS" zurückgestellt werden, damit die Kalibrierdaten geschützt bleiben.

Kalibrierung über den IEEE 488-Bus

Die Kalibrierung über den IEEE 488-Bus läuft grundsätzlich analog zur Bedienung über die Frontplatte ab. Der Sollwert wird hierbei als ganze Zahl mit Hilfe des Befehls "NVxxxxxxx" bei Temperaturkalibrierung "NV + xxxxxxxx" oder "NV-xxxxxxx" eingegebene (siehe Befehlsbeschreibung im Kapitel IEEE 488-Bus-Schnittstelle). Mit Übertragung des Sollwertes wird das Kalibrierprogramm automatisch gestartet. Auch hier wird vorausgesetzt, der Messwert hinreichend stabil ist. Sollen keine weiteren Bereiche und Funktionen mehr kalibriert werden, wird die Kalibrierung durch Umschalten des rückwärtigen Kalibrierschutzschalters von "Cal" auf "Meas" abgeschlossen.

9.3. Kalibrierung der Widerstandsbereiche

Die Widerstandsbereiche werden mit der Vierdraht-Widerstandsmessung kalibriert. Zuvor sollte der Nullpunkt wie vorne beschrieben kompensiert werden. Es müssen ferner die Hinweise in Kapitel "Bedienungshinweise Ohm/kOhm", hierbei besonders die Kompensation von Meßkabelwiderständen, beachtet werden. Der Kalibriervorgang der Widerstandsbereiche läuft analog zur Kalibrierung der Gleichspannungsbereiche ab. Zur Zweidraht-Widerstandsmessung wird keine Kalibrierung durchgeführt. Die Kalibrierdaten sind mit denen der Vierdrahtmessung identisch und werden automatisch von dort übernommen. Lediglich die Nullpunkte müssen separat korrigiert werden. Die Kalibrierdaten sind mit der Vierdrahtmessung identisch.

9.4. Kalibrierung der Wechselspannungsbereiche

Die Einstellung wird auf Wechselspannung ohne Gleichspannungskopplung vorgenommen. Die Wechselspannungsbereiche sollen mit einer Sinuswechselspannung kalibriert werden. Auch bei Vac sollte zuvor der Nullpunkt wie vorne beschrieben kompensiert werden. Als Referenz sind 1 kHz-Sinusspannungen erforderlich. Der Kalibriervorgang läuft analog zur Gleichspannungskalibrierung ab.

9.5. Kalibrierung der Gleich- und Wechselstrombereiche

Für die Strombereiche gelten ebenfalls die vorne beschriebenen Kalibriervorbereitungen. Als Referenzen sind Gleich- bzw. 1 kHz-Sinus-Ströme erforderlich. In den 2 A-Bereichen darf der Kalibrierstrom nicht größer als 1 A sein. Der Kalibriervorgang läuft analog zur Gleichspannungskalibrierung ab.

9.6. Kalibrierung der Temperaturmessung

Vor Kalibrierung der Temperaturmessung muß eine Offsetkorrektur durchgeführt werden. Die Offsetkorrektur wird ausgeführt, indem die Eingangsbuchsen (V, Ohm) kurzgeschlossen werden und die Offsetkorrektur ausgelöst wird (Kapitel 6.5., Bild 6.5.1.). Nach der Korrektur wird "donE" angezeigt oder erscheint über den IEEE-Bus. Offsetabgleich bedeutet den internen Abgleich des Eingangsverstärkers, nicht den Abgleich des Fühlers. Für den Fühlerabgleich ist der Widerstands-Fühler (PT 100, vierpoliger Anschluß) in ein Medium genau bekannter Temperatur zu bringen. Der Temperaturwert muß über die Tastatur oder den IEEE-Bus an das DMM übertragen werden.

Alle Temperaturen im Bereich von -200°C bis $+850^{\circ}\text{C}$ sind zur Kalibrierung erlaubt. Anstelle eines Temperaturfühlers kann auch ein genau bekannter Referenzwiderstand angeschlossen werden. Es muß dann lediglich die zu diesem Widerstand gehörende Temperatur (nach Tabelle DIN IEC 751) eingegeben werden. Bei Kalibrierung über den IEEE-Bus werden "NV +xxxxxx" oder "NV-xxxxxx" als Kommando akzeptiert. Für den Abgleich auf eine Temperatur von $+174,86^{\circ}\text{C}$ wird der Befehl "NV +0017486" an das DMM gesendet.

```
*****
*   Nach der Kalibrierung nicht vergessen den Schalter   *
*   in Stellung "MEAS" zurückzustellen.                   *
*****
```

10.ZUBEHÖR

10.1. Gegenstecker/Sub-D (Option 6000/03)

Zum Anschluß der Meßleitungen an den Scanner (Option 6047/01) kann für jeweils 10 Kanäle ein 50-poliger Subminiatur-D-Stekker verwendet werden. Er besitzt Lötanschlüsse und einen Kabelausgang für Rundkabel bis maximal 12 mm Durchmesser. Zum Anschluß aller Kanäle sind zwei Stecker notwendig.

10.2. Adapterkarte (Option 6047/02)

Eine Adapterkarte wird von außen auf die 50-poligen Subminiatur-D-Buchsenleiste des DMM 6047 aufgesteckt und ermöglicht den Schraubanschluß von Meßleitungen. Zum Anschluß aller 20 Kanäle der Option 6047/01 sind zwei Adapterkarten notwendig.

Maximaler Strom 2A-Spitze

Maximale Spannung 40V

* WARNUNG *

Es dürfen keine höheren Spannungen als 40V gegen Erde angelegt werden, da die Schraubanschlüsse nicht berührungssicher sind.

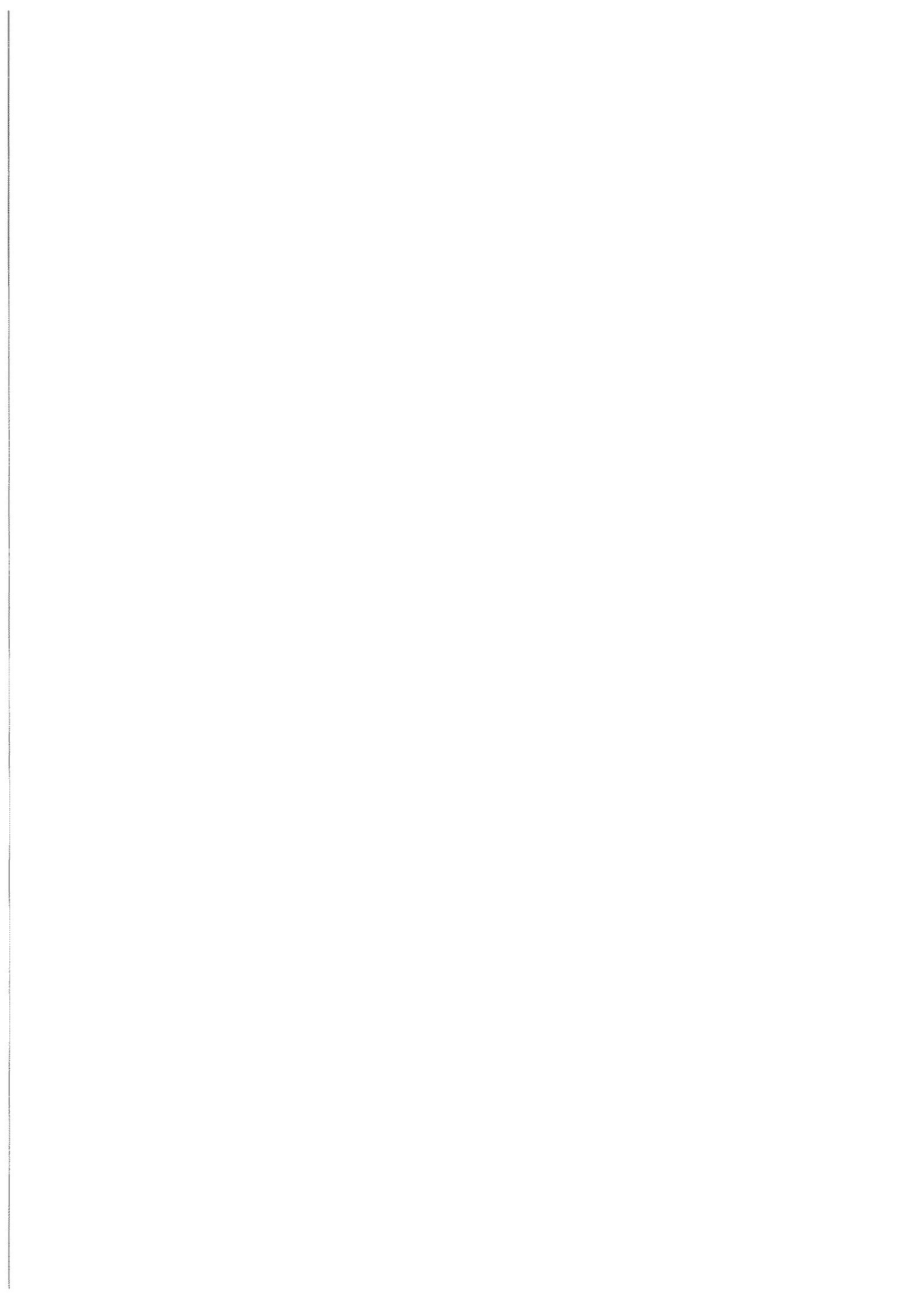
Maße ca. 70 mm x 110 mm

10.3. Gestelleinbausatz (Option 5020G)

Ein Gestelleinbausatz zur Montage des Digitalmultimeters in einen 19"-Schrank ist lieferbar.

10.4. Präzisionskabelset (3015)

2 Meßkabel mit sehr thermospannungsarmen Lamellensteckern aus CuTe. Kabellänge 1m, speziell für DMM 6047 und 6048 in den kleinsten Widerstands und Spannungsbereichen geeignet.



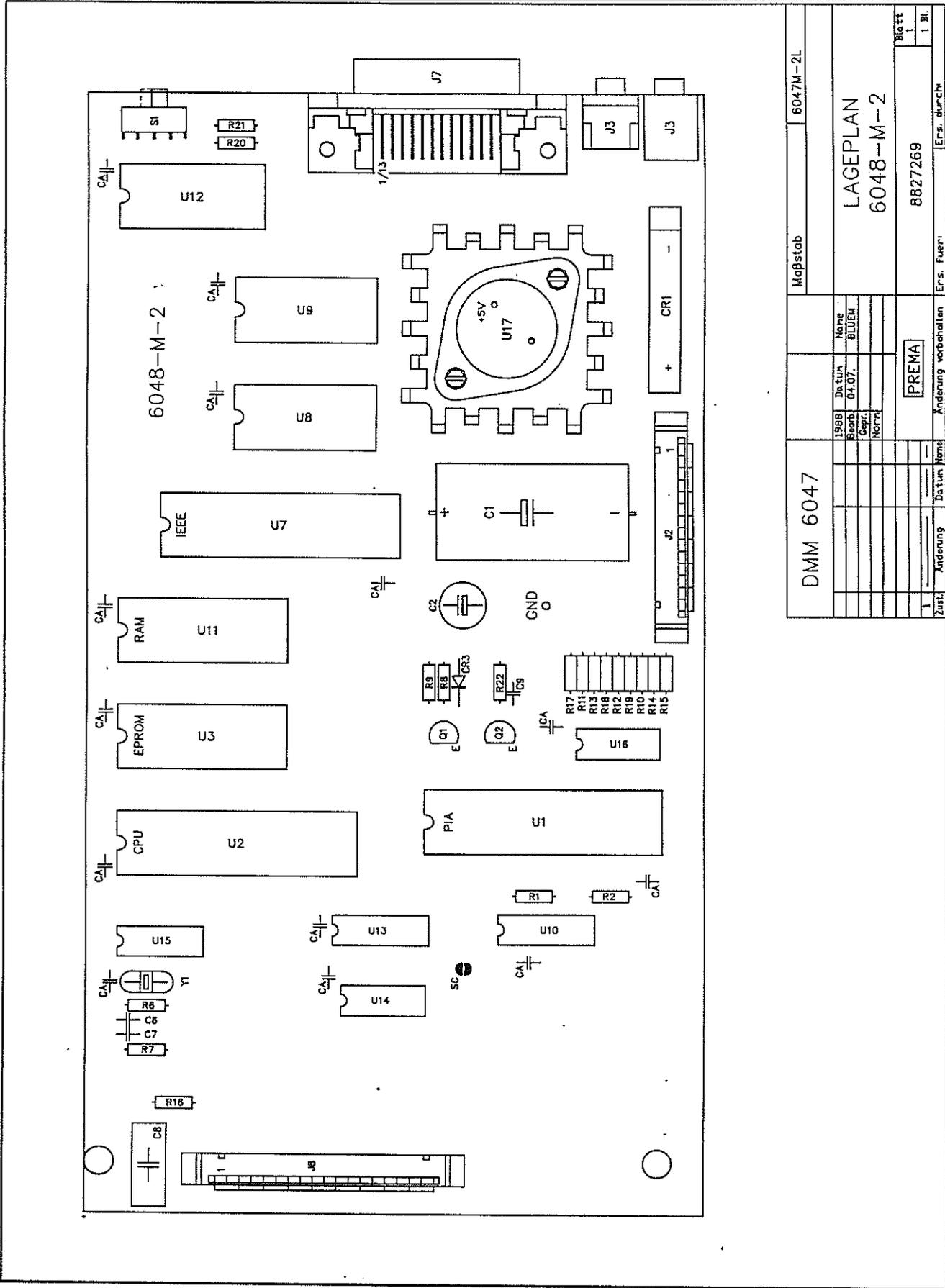
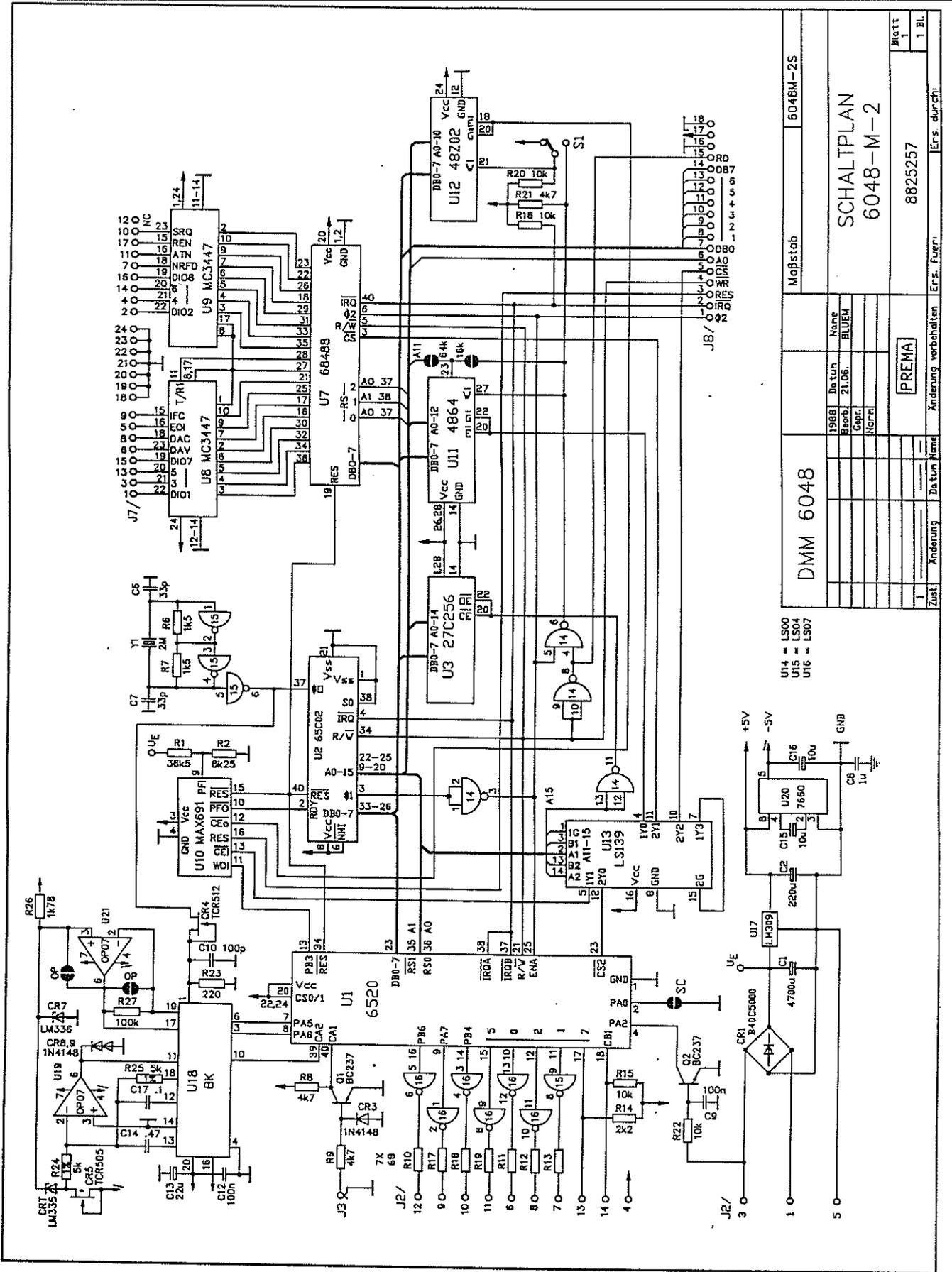
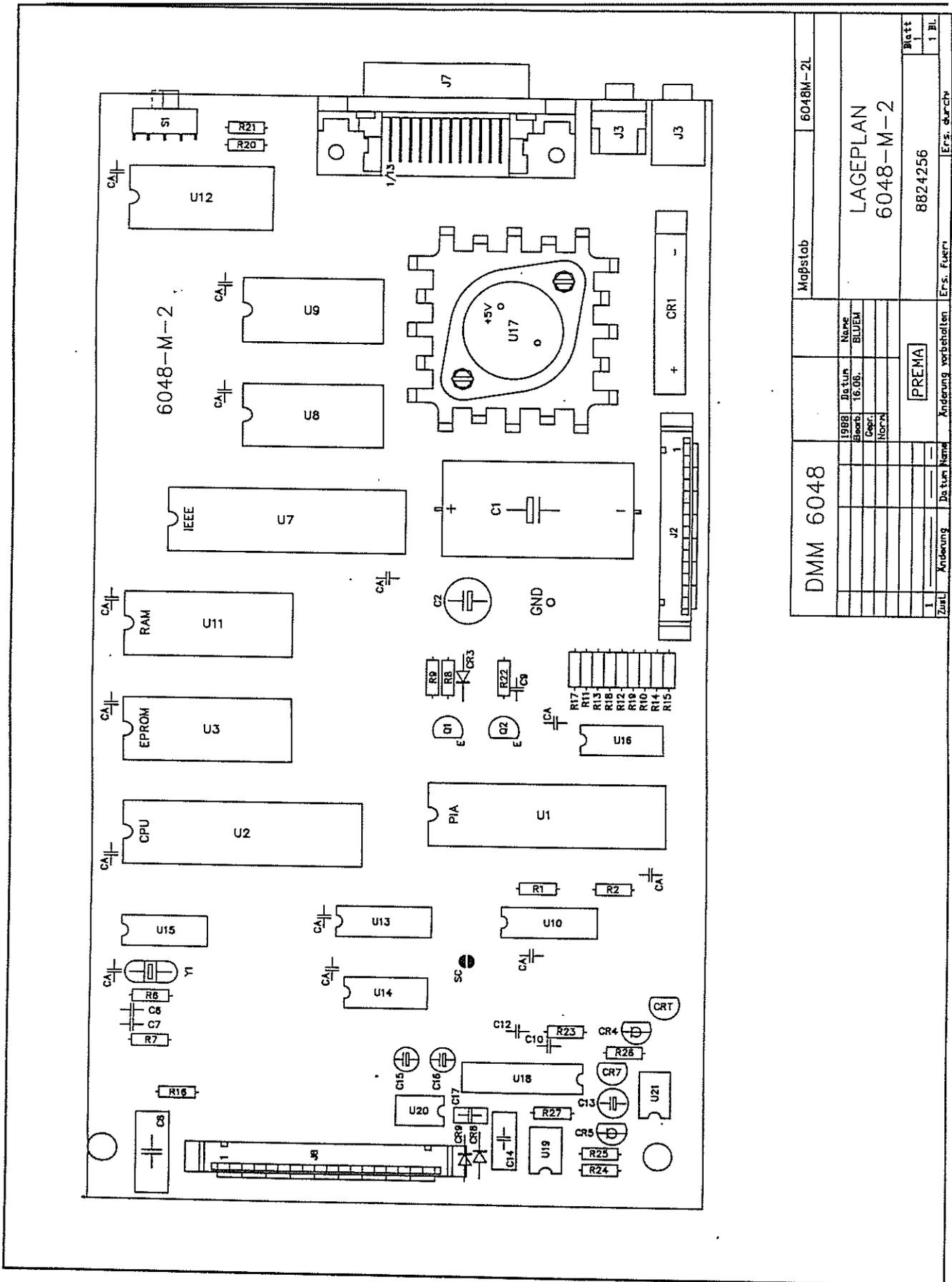


Bild 11.1.: Lageplan der Mikroprozessorplatine DMM 6047

SCHALT- UND LAGEPLÄNE

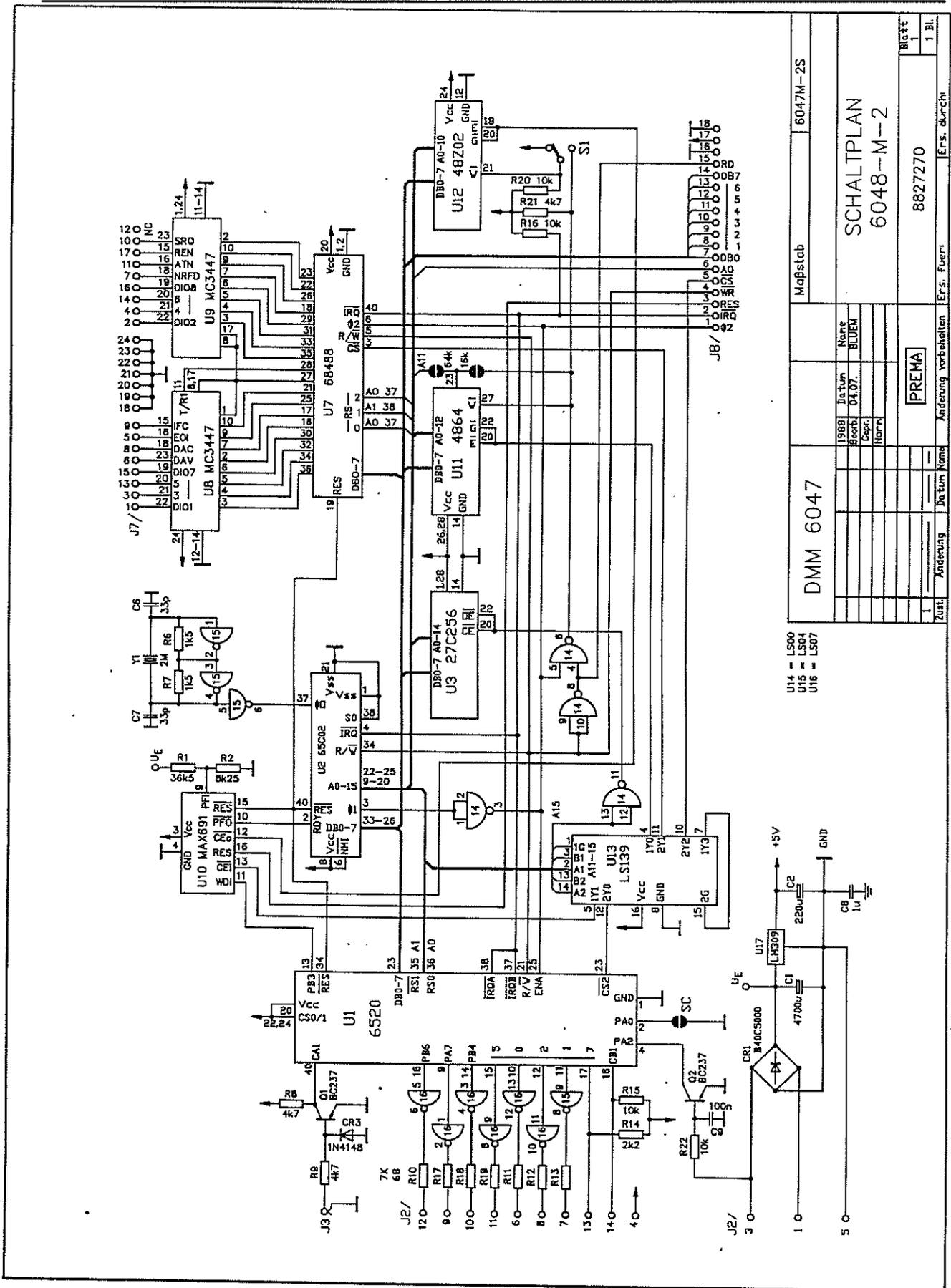




DMM 6048		Maßstab		6048M-2L	
1988	Datum	Name	LAGEPLAN		
	Beib.	16.08.	6048-M-2		
	Gepr.		8824256		
	Norm.		PREMA		
Zust.	Änderung		Datum		Name
1					Änderung vorbehalten
					Ers. durch
Blatt					
1 BL					

Bild 11.3.: Lageplan der Mikroprozessorplatine DMM 6048

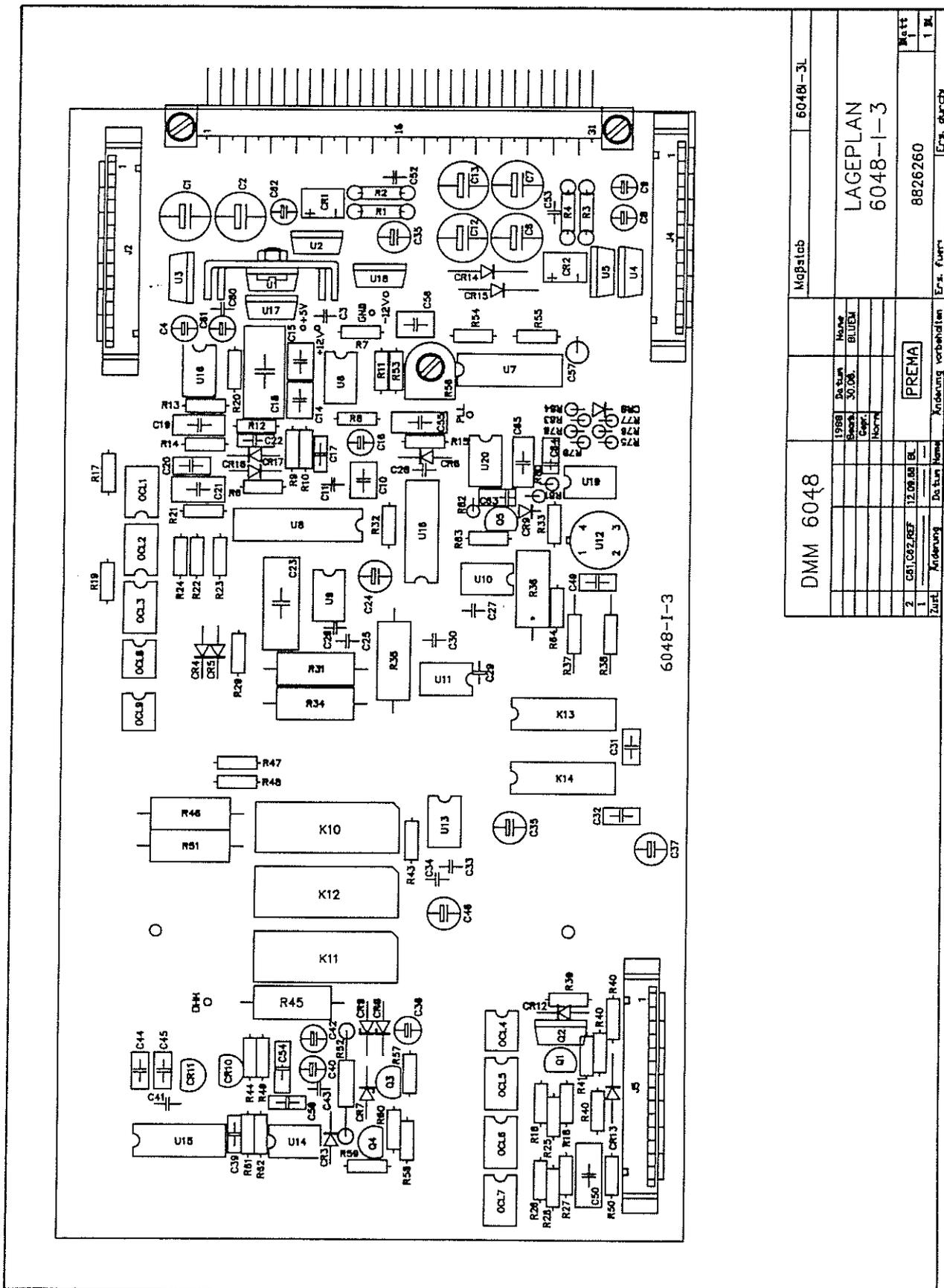
SCHALT- UND LAGEPLÄNE



DMM 6047		Maßstab		6047M-2S	
Name		Date		1988	
Gezeichnet		Gezeichnet		04.07.	
Geprüft		Geprüft			
Norm		Norm			
Anfertigung		Datum		Name	
Änderung		Änderung vorbehalten		Ers. durch	
Zust.		PREMA		8827270	
Blatt		1		Ers. durch	
Bl.		1			

U14 = LS00
 U15 = LS04
 U16 = LS07

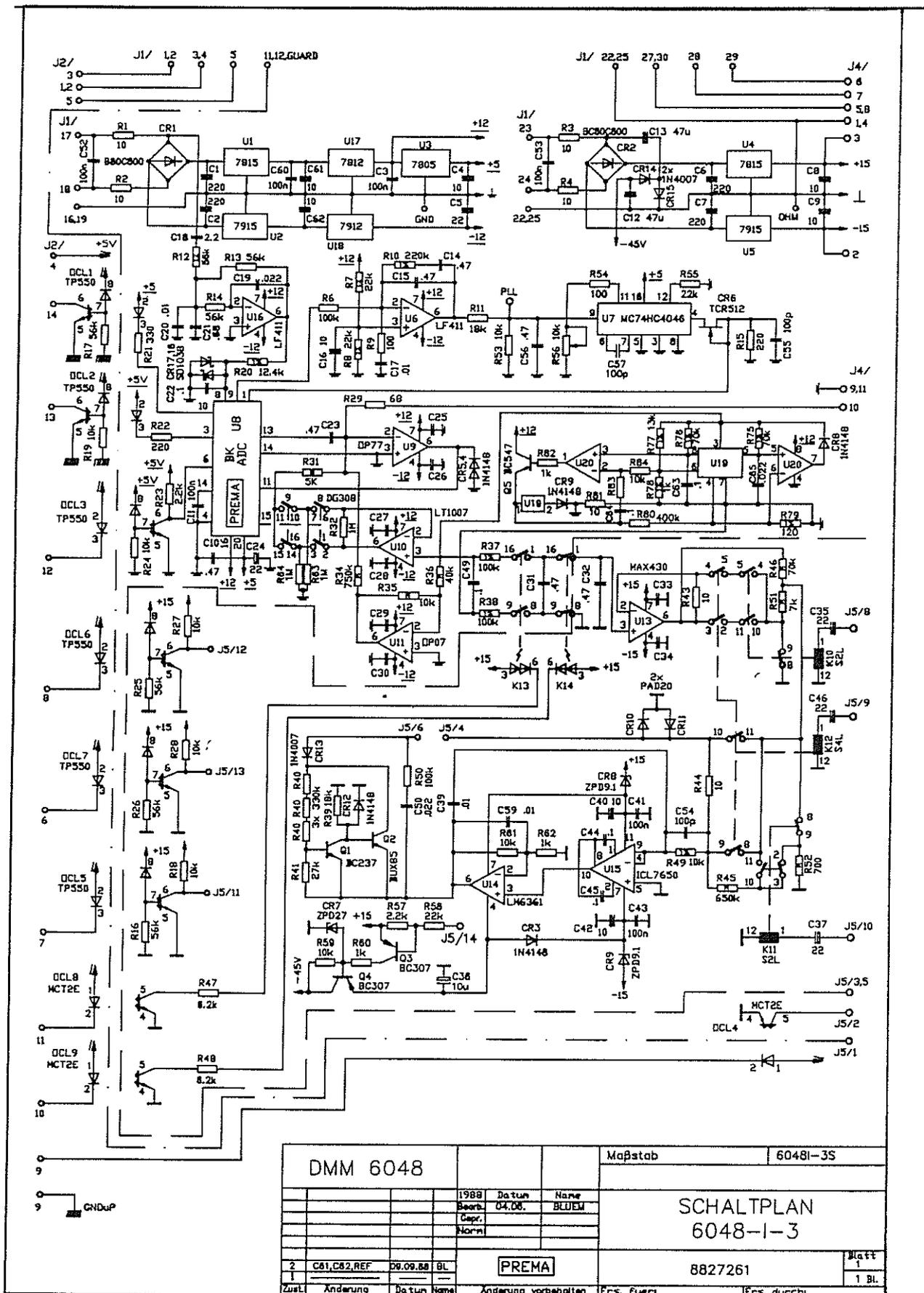
Bild 11.4.: Schaltplan der Mikroprozessorplatine DMM 6048



DMM 6048		Maßstab		6048I-3L	
1988	Da-tum	Mo-nat	BLUEM		
30.06.	Signat.	Gepr.	Norm		
	Gepr.	Norm			
2	CR1, CR2, REF	12.09.88	BL	PREMA	8826260
1	Änderung	Da-tum	Verfa-sst	Änderung	vor-behalten
Zust.	Änderung	Da-tum	Verfa-sst	Änderung	vor-behalten
			Ers. für	Ers. durch	
					Blatt
					1 Bl.

Bild 11.5.: Lageplan der Integratorplatine DMM 6047

SCHALT- UND LAGEPLÄNE



DMM 6048		Maßstab		6048I-3S	
1988		Datum		Name	
Bearb.		04.06.		BLUEM	
Capr.					
Norm.					
2		C81,C82,REF		09.09.88	
1				BL	
PREMA		SCHALTPLAN		6048-1-3	
		8827261		Blatt	
				1	
Zust.		Änderung		Datum	
		Name		Änderung vorbehalten	
		Ers. fuer		Ers. durch	

Bild 11.6.: Schaltplan der Integratorplatte DMM 6048

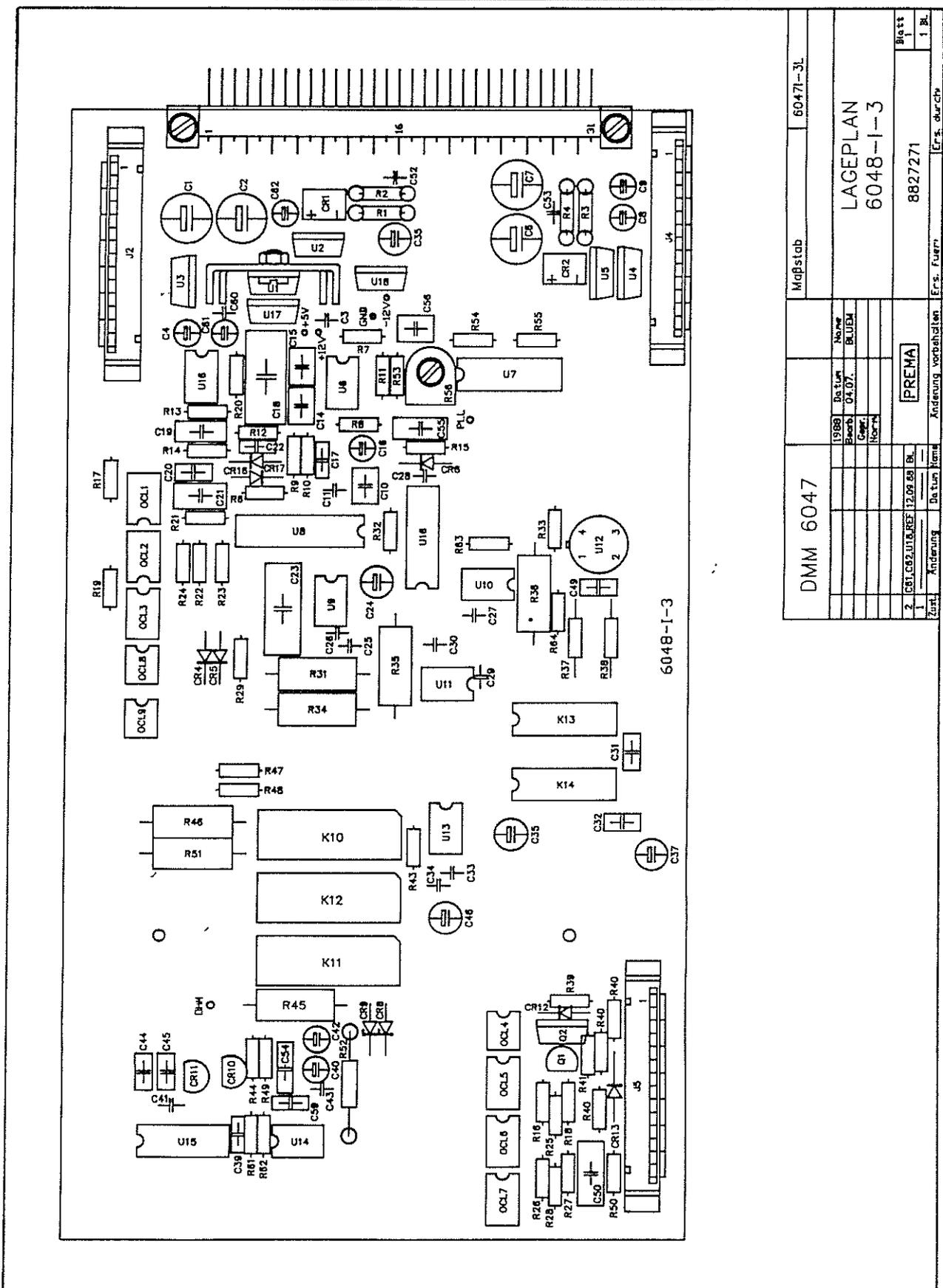


Bild 11.7.: Lageplan der Integratorplatine DMM 6048

SCHALT- UND LAGEPLÄNE

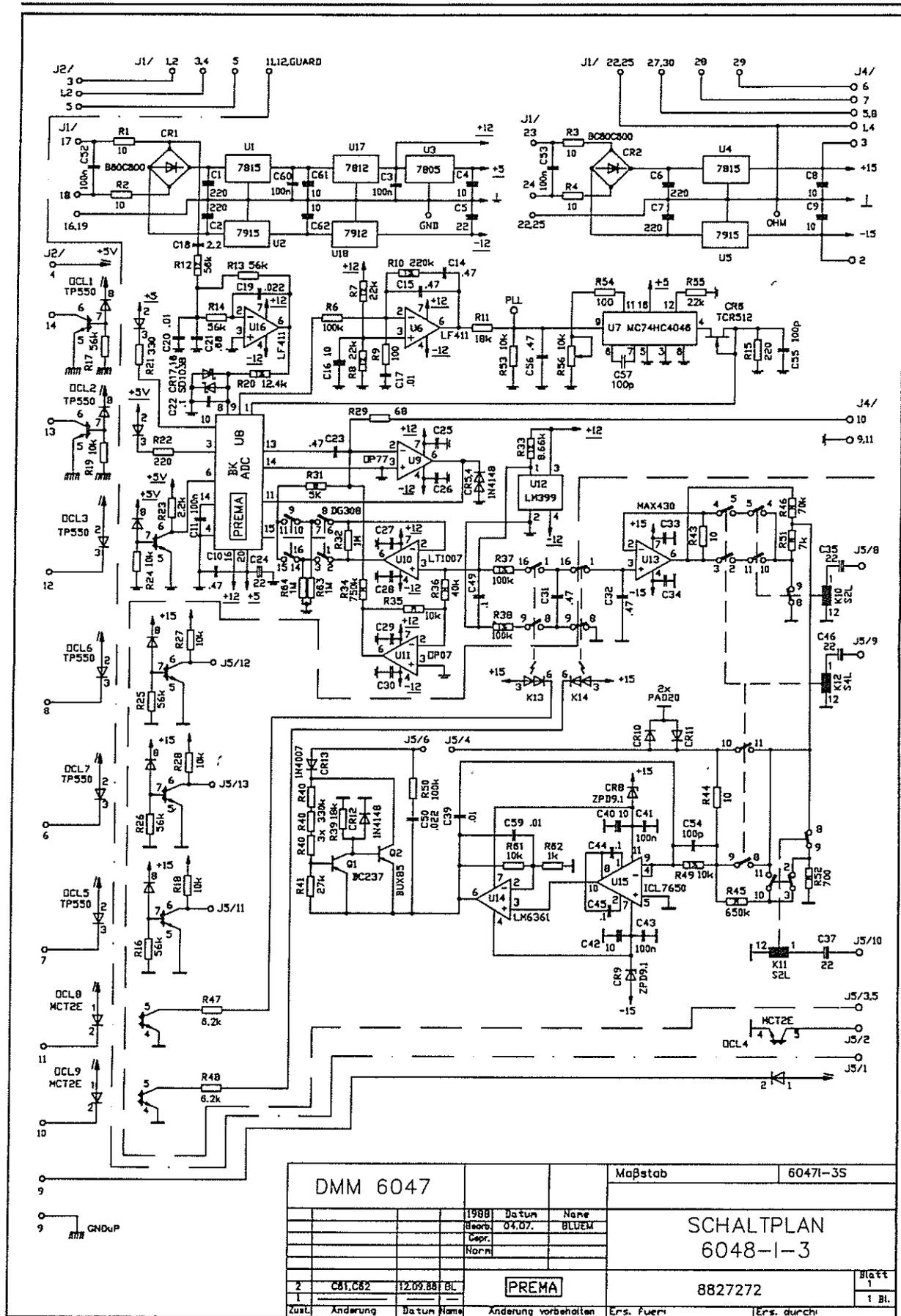


Bild 11.8.: Schaltplan der Integratorplatine DMM 6048

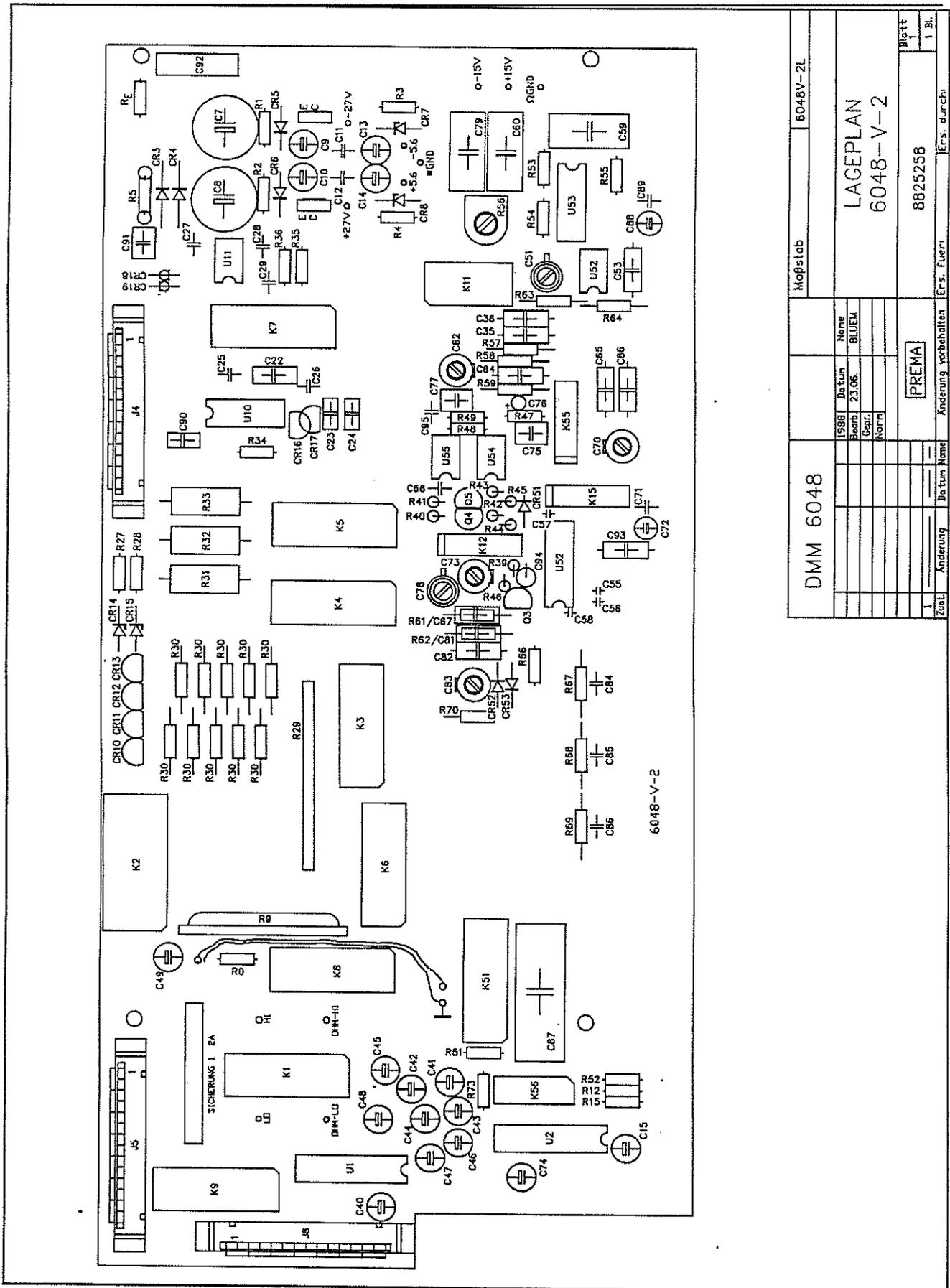


Bild 11.9.: Lageplan der Vorverstärkerplatine DMM 6047 und 6048

DMM 6048		Maßstab		6048V-2L	
		1988		None	
		Bearb.		23.06.	
		Gez.		BLUM	
		Norm.			
		PREMA		8825258	
Zust.		Änderung		Datum	
1		Anderung vorbehalten		Ers. fuer	
				Ers. durch	
				Blatt	
				1 Bl.	

SCHALT- UND LAGEPLÄNE

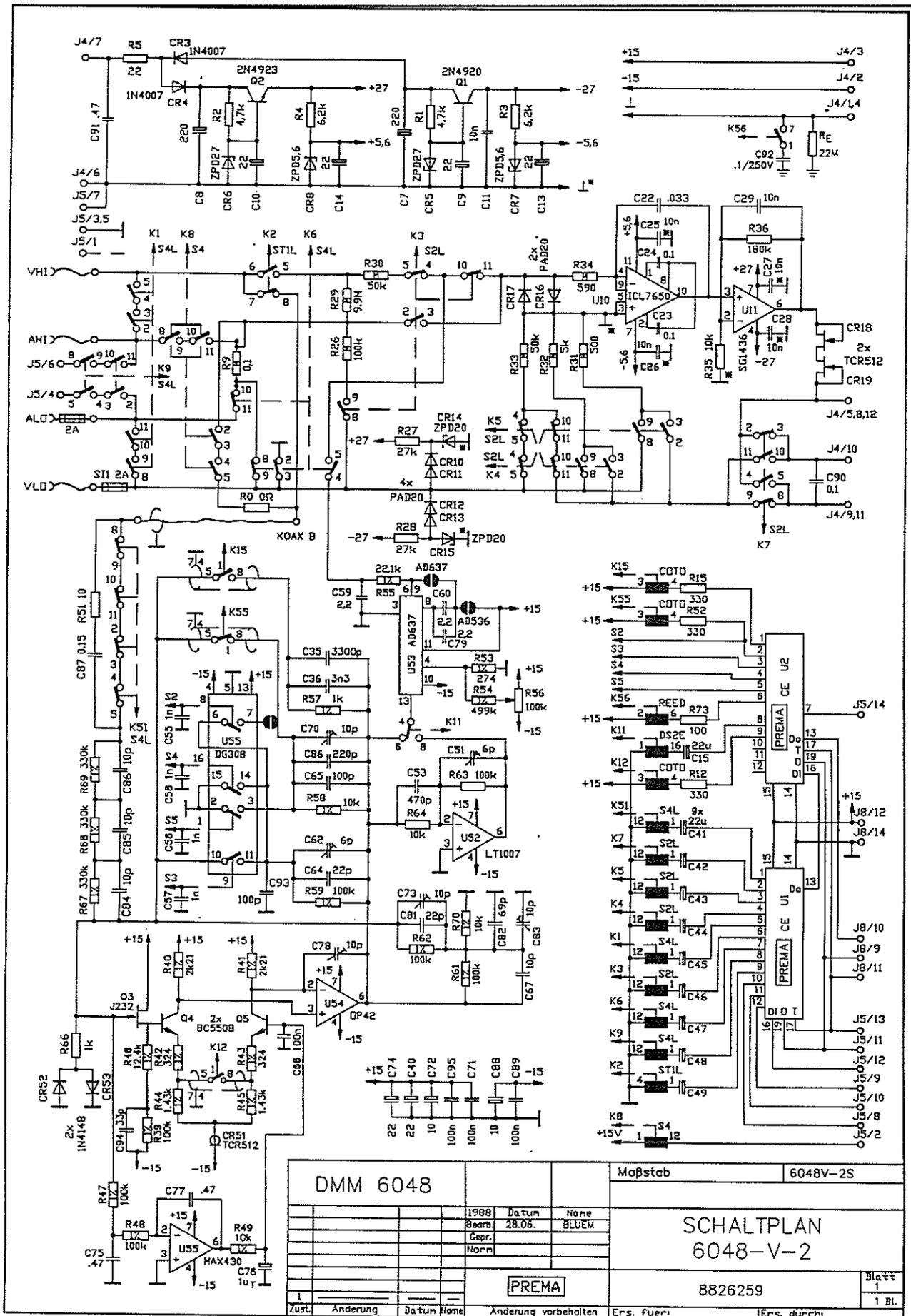
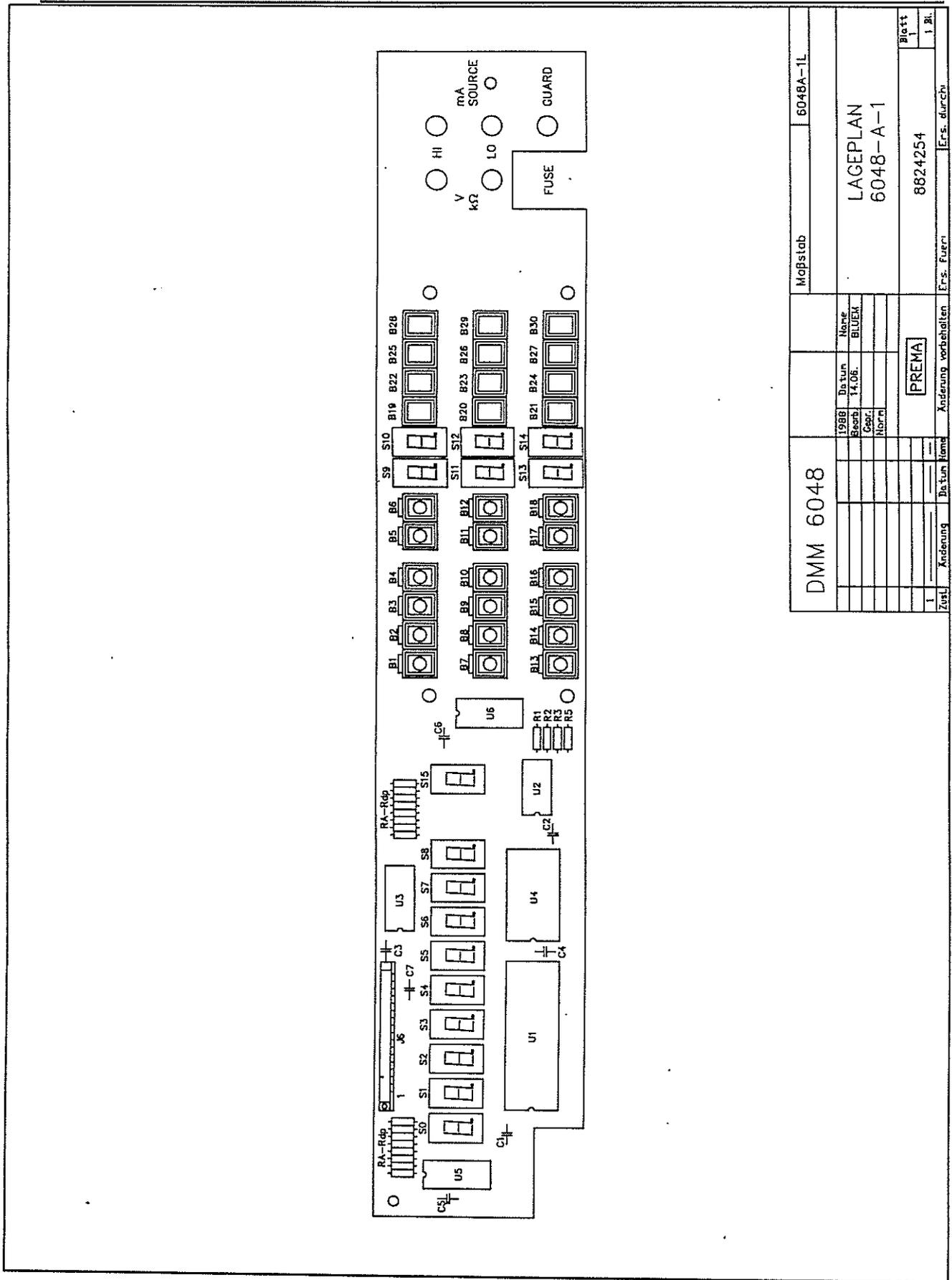


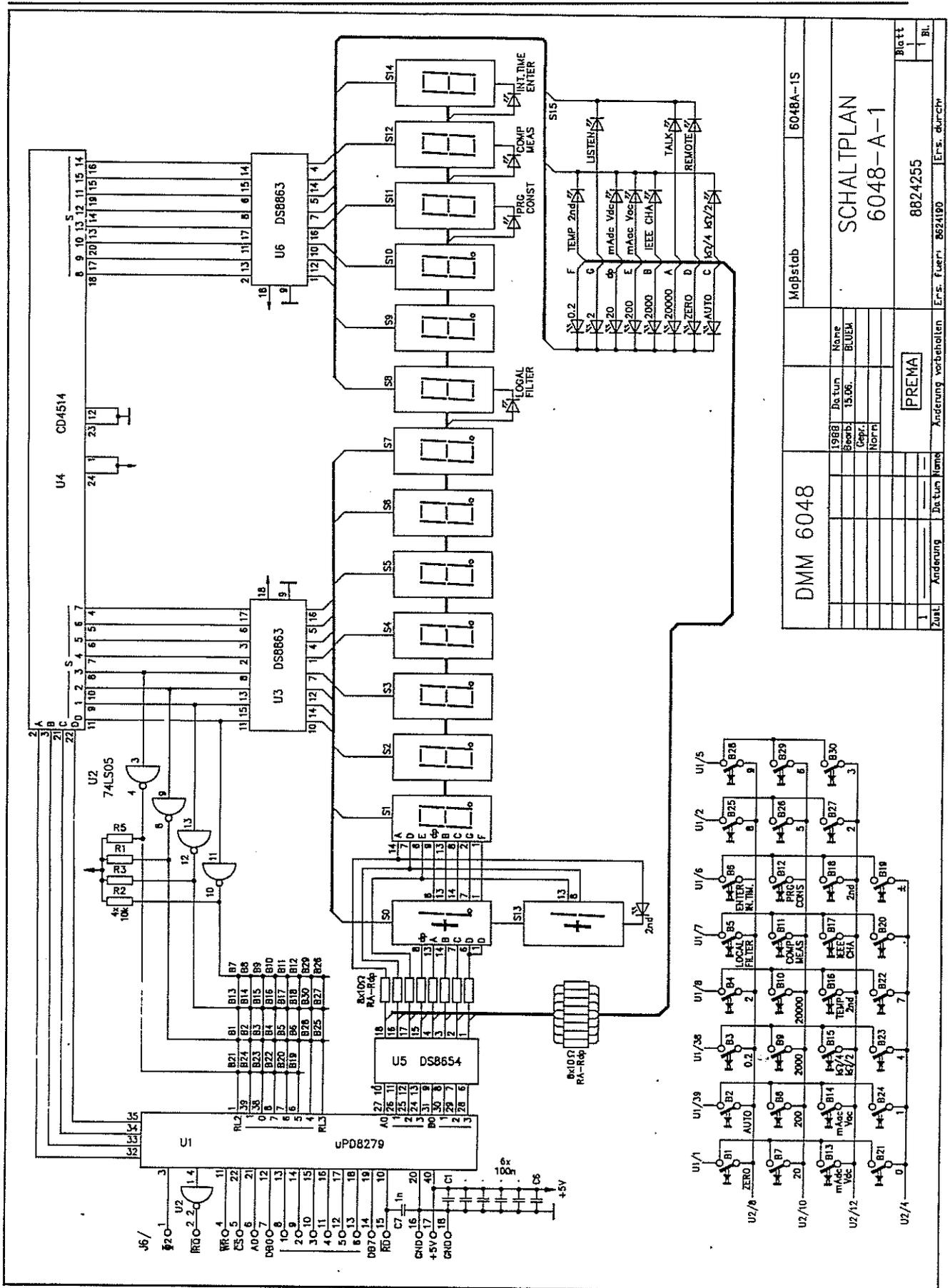
Bild 11.10.: Schaltplan der Vorverstärkerplatine DMM 6047 und 6048



DMM 6048		Maßstab		6048A-1L	
1988	Datum	Name			
Bearb.	14.06.	BLUEM			
Gepr.					
Norm					
PREMA					
Zust.	Aenderung	Datum	Name	Aenderung vorbehalten	Ers. fuer
1				8824254	Ers. durch
				Blatt	
				1	
				1 Bl.	

Bild 11.11.: Lageplan der Anzeige DMM 6047 und DMM 6048

SCHALT- UND LAGEPLÄNE



DMM 6048		Maßstab		6048A-1S	
1988	Da Sun	Name	SCHALTPLAN		
Seit:	13.06.	Bluem	6048-A-1		
Cap:		Narrh			
PREMA		Änderung vorbehalten		Erf. fuer:	8824255
Zust.		Änderung		Erf. durch:	
1				Blatt	
				1 Bl.	

Bild 11.12.: Schaltplan der Anzeige DMM 6047 und DMM 6048

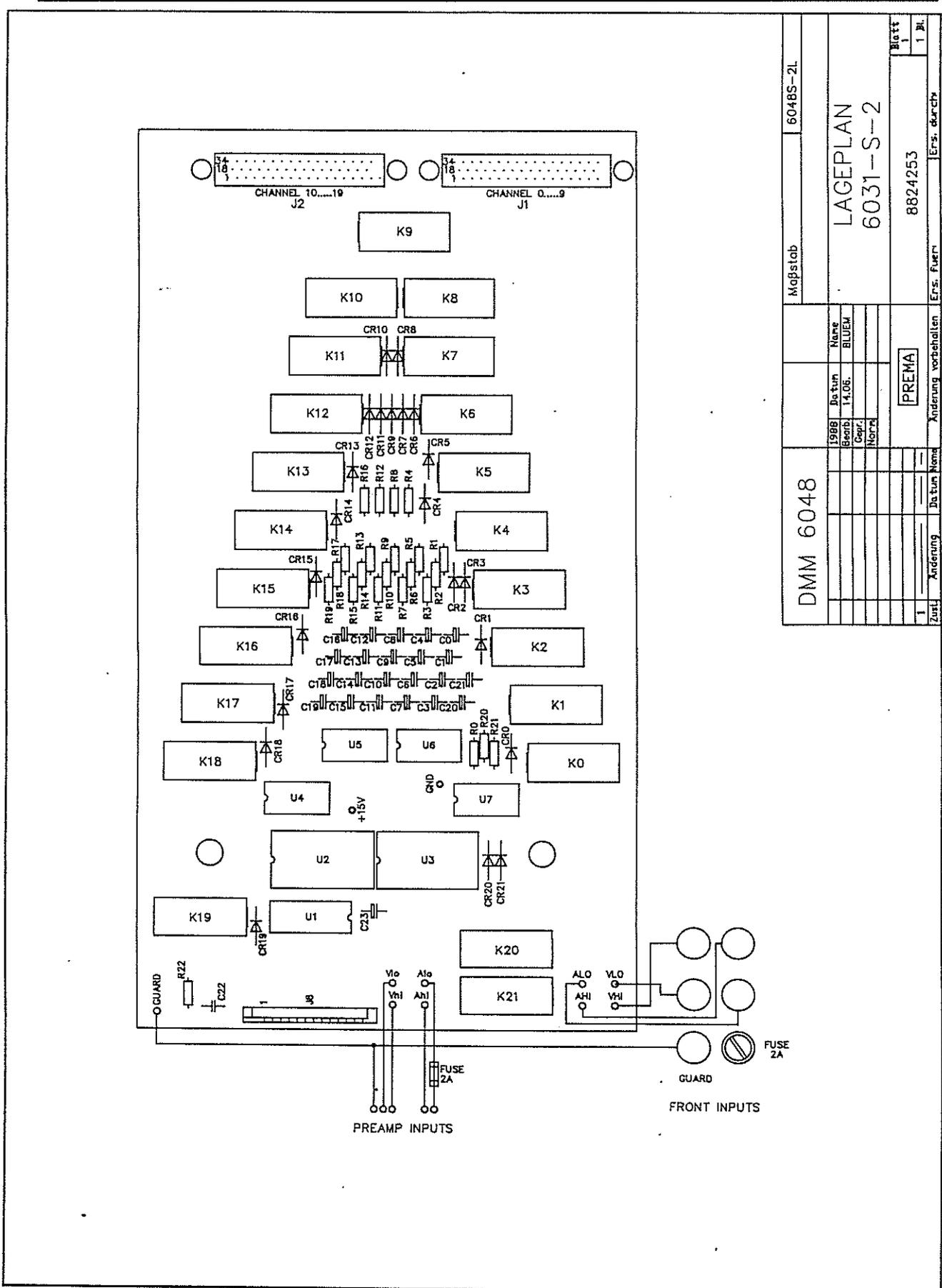


Bild 11.13: Lageplan der Scannerplatine DMM 6047

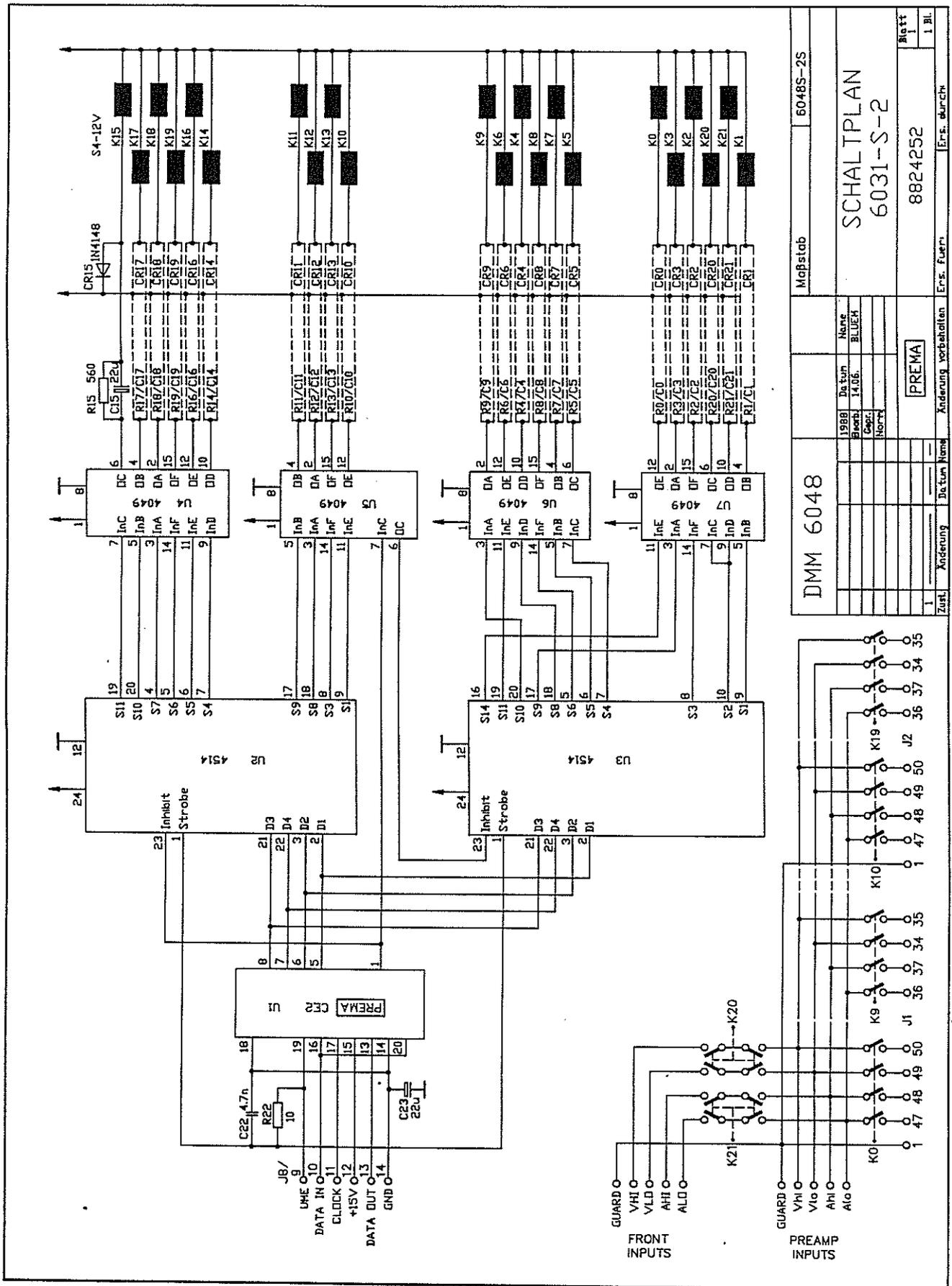


Bild 11.14.: Schaltplan der Scannerplatine DMM 6047