

MINCAL 0 / MINCAL 1

FESTPROGRAMMIERTER DIGITALRECHNER

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

ARBEITSWEISE

ANSCHLUESSE

BEDIENUNG

PROGRAMMIERUNG

PROGRAMMBEFEHLE

gültig für
MINCAL 0b 5.275:13.10
und
MINCAL 1 5.275:13.01

HEINRICH DIETZ INDUSTRIE-ELEKTRONIK
MUELHEIM/RUHR KOELNER STRASSE 115

	<u>Inhalt</u>	<u>Seite</u>
1. ARBEITSWEISE:	1.1 Eigenschaften 1.2 Aufbau 1.3 Funktionsgruppen 1.4 Spezielle Verdrahtung und Bestückung 1.5 Verarbeitungsoperationen	3 3 4 4 5
2. ANSCHLÜSSE:	2.1 Stromversorgung 2.2 Steuerung 2.3 Bedingungen 2.4 Daten-Ein/Ausgang 2.5 Adreßkanal 2.6 Schaltbefehle 2.7 Parallelausgang 2.8 Digitaldrucker 2.9 Start-Stop-Ausgabe und -Eingabe 2.10 Zähleingang 2.11 Adreßeingang 2.12 Analog-Ein/Ausgang 2.13 Programme	6 6 7 7 8 8 8 8 9 10 10 10 11
3. BEDIENUNG:	3.1 Rechner einschalten 3.2 Normaler Betrieb 3.3 Verfolgen des Programmablaufs 3.4 Langsamgang und Taste HALT 3.5 Nullstellung und Prüfanzeige 3.6 Bedingungsschalter 3.7 Analogeingang 3.8 Befehls-, Adreß- und Datenvorwahl 3.9 Datenprogrammierung 3.9.1 Einzelplatz einschreiben 3.9.2 Einzelplatz ausdrucken 3.9.3 Einzelplatz anzeigen 3.9.4 Eingabe und Drucker testen 3.9.5 Kernspeicher laden 3.9.6 Kernspeicherinhalt ausdrucken 3.9.7 Lochstreifen einlesen 3.9.8 Kernspeicherinhalt auslochen 3.9.9 Lochstreifen ausdrucken 3.9.10 Lochstreifen erstellen 3.9.11 Lochstreifen duplizieren	12 12 12 13 13 13 13 13 14 14 14 15 15 15 15 15 15 15 16 16 16 16
4. PROGRAMMIERUNG:	4.1 Instruktionen und ihre Schreibweise 4.2 Programmieren der Instruktionskodierer 4.3 Kernspeicher-Adressen 4.4 Externe Adressen 4.5 Adreß-Substitution und Adreßzähler 4.6 Unterprogramme 4.7 Programmverzweigungen 4.8 Numerische Daten 4.9 Festwertoperationen 4.10 Numerische Verarbeitung 4.11 Multiplikation und Division mit mehreren Operanden 4.12 Bedingungen und Merkspeicher 4.13 Stop nach Operationsende 4.14 Operationszeiten	17 18 20 20 20 21 22 22 23 23 23 24 25 26
5. PROGRAMMBEFEHLE: (10 Blätter)		27

1. ARBEITSWEISE

1.1 Eigenschaften

Die Digitalrechner MINCAL 0 und MINCAL 1 sind universelle Datenverarbeitungsgeräte, deren Programme nach Belieben verdrahtet werden. Sie dienen zur Durchführung von Rechen- und Speichervorgängen, zur Aufnahme und Verarbeitung von Meßwerten, zu deren Registrierung, zur Steuerung von Arbeitsabläufen, insbesondere als zentrale Einheiten in Anlagen für Meßwerterfassung und -verarbeitung mit festem Programm.

Die Verarbeitung der Daten erfolgt seriell, d.h. Stelle für Stelle; intern arbeiten die Rechner dezimal; der Kernspeicher und die Ein-Ausgabe-Kanäle werden im BCD-Code betrieben. Die Wortlänge beträgt 5 Stellen; es können Zahlenwerte bis 9.9999 verarbeitet werden (mit festem Komma). Für die Verarbeitung eines Wertes wird 1 ms benötigt.

Das Programm, mit dem die Rechner arbeiten, befindet sich auf steckbaren Bausteinen und ist durch eingelötete Dioden festgelegt; maximal 320 Instruktionen sind möglich. Die Speicherkapazität kann je nach Bedarf in Gruppen von 20 bis zu 200 Werten ausgebaut werden; jedes Wort umfaßt 5 Stellen zu je 6 bit; anstelle einer Speichereinheit kann ein Festwert-Baustein für 20 Festwerte vorgesehen sein; 20 Worte Speicherkapazität gehören zur Grundausstattung.

Der Rechner MINCAL 0 ist für Geradeaus-Programme geeignet, die nur durch Überspringen von Befehlen modifiziert werden können.

Beim MINCAL 1 sind darüberhinaus folgende Funktionen vorgesehen:

Programmverzweigungen (bedingt und unbedingt)
max. 4 Unterprogramme
substitutive Adressmodifikation
1 Indexregister
Festwertoperationen.

Die bereits im Rechner enthaltenen Ein- und Ausgabemöglichkeiten und die Vielfalt der Programmbefehle erschließen den digitalen Rechnern MINCAL 0 und MINCAL 1 ein breites Anwendungsgebiet.

1.2 Aufbau

Der Digitalrechner MINCAL 0/1 besteht aus einem Rechenkörper in Form eines 19"-Einschubs Größe M (540 mm hoch); er ist in Baugruppen gegliedert, die auseinandergeklappt werden können und außerdem steckbar mit dem Hauptteil verbunden sind (eine Kassette für den internen Taktlauf; die Frontplatte mit allen Bedienungs- und Anzeigeelementen, u.U. eine Konsole in der unteren Frontplatte für Daten-Ein/Ausgabe über Registriergeräte). Alle Baugruppen enthalten steckbare Bausteine mit volltransistorisierten Schaltungen, wobei eine große Anzahl von Baustein-Typen mehrfach verwendet wird.

Der Rechenkörper ruht auf einem Stromversorgungseinschub (19"-Größe B, 90 mm hoch), der in Teleskop-schienen befestigt ist; dort werden die teilweise stabilisierten Betriebsspannungen des Rechners erzeugt.

Der Digitalrechner MINCAL 0/1 ist als Einzelgerät zu liefern oder zusammen mit anderen Einschüben in einem 19"-Schrank.

1.3 Funktionsgruppen

Der Digitalrechner MINCAL 0/1 enthält eine Takteinheit, die von einem 80 kHz-Oszillator gespeist wird; sie steuert mit Hilfe von Untersetzer- und Zählschaltungen und in Verbindung mit der verdrahteten Logik den Ablauf innerhalb einer Operation.

Die einzelnen Operationen werden von einem Instruktionszähler abgezählt; dieser wählt den jeweiligen Programmbefehl an (die Instruktion, bestehend aus Befehl und Adresse); die programmierte Operation wird ausgeführt, und am Ende der Operation wird der Instruktionszähler um eine Einheit erhöht.

Alle Instruktionen des Programms sind in geordneter Reihenfolge auf den steckbaren Programmbausteinen (Instruktions-Kodierern) enthalten. In dieser Reihenfolge läuft das Programm Operation für Operation ab. Es können mehrere Programme zu je mindestens 10 Instruktionen vorgesehen werden. Beim MINCAL 1 können Sprünge im Programmablauf programmiert werden, außerdem sind max. 4 Unterprogramme zu je mindestens 10 Instruktionen möglich.

Der Kernspeicher enthält 2 Plätze mit festen Funktionen (Arbeitsspeicher). Alle anderen Plätze kann man als Variablenspeicher verwenden.

Für die numerische Verarbeitung ist ein Rechenwerk mit 5 Stellen ($10^0 \dots 10^{-4}$), einer Überlaufstelle (10^1) und einem Vorzeichenspeicher vorgesehen. Dieses Register tritt mit dem Kernspeicher und den peripheren Geräten über einen einstelligen Puffer (Hauptdekade) in Beziehung.

Ein Ausgang für einen Digital-Streifendrucker bzw. -Spaltendrucker als Registriergerät ist stets im Rechner enthalten.

Über besondere Anschlüsse können seriell arbeitende Eingabe- und Registriergeräte im Start-Stop-Betrieb angesteuert werden. Spezielle Baugruppen (Konsole) für den Anschluß von Schreibmaschinen, seriellen Druckern, Fernschreibern, Streifenlochern und Streifenlesern werden auf Wunsch eingebaut. Zum Einzählen von Impulsen ist ein spezieller Eingang vorgesehen.

Zur Verbindung mit externen Einrichtungen stehen außerdem 3 Schaltbefehlausgänge, serielle Daten/Ein-Ausgänge, Stellen- und Adressausgänge sowie andere Möglichkeiten zur Verfügung, die im Teil "Anschlüsse" näher erklärt sind.

Auf Wunsch wird ein Analogeingang eingebaut, über den anstehende Meßwerte digitalisiert werden können; stattdessen oder zusätzlich ist ein Analogausgang möglich.

1.4 Spezielle Verdrahtung und Bestückung

Je nach Verwendungszweck werden bestimmte Modifikationen von Verdrahtung und Bestückung vorgenommen; diese umfassen:

Anzahl der Kernspeicherbausteine,

Anzahl der Instruktionscodierer, ihre Zuordnung zu den Instruktionen und zu den Haupt- bzw. Unterprogrammen; Sonderanschlüsse bei mehr als 6 Hauptprogrammen beim MINCAL 1, (s. 2.13 und 4.6),

Adresseingänge für Adressubstitution von außen (s. 2.11 und 4.5),
Verbindung des Merkspeichers mit Bedingungseingängen (s. 2.3 und 4.10),
Konsolen für Ein/Ausgabe in Verbindung mit Registriergeräten (s. 2.9),
Analog-Ein/Ausgang (s. 2.12).

1.5 Verarbeitungsoperationen

Die programmierbaren internen Verarbeitungsoperationen umfassen Vorzeichenbehandlung, Schiften, Übertragen vom Kernspeicher ins Rechenwerk und zurück sowie die 4 Grundrechnungsarten. Sie laufen stets mit konstanter, maximaler Geschwindigkeit ab.

Einige Befehle betreffen die Dateneingabe sowie die Ausgabe in seriell arbeitende Geräte (Schreibmaschine, Leser, Locher und eventuelle andere Registriergeräte). Hierbei ist die Geschwindigkeit dieser Geräte für den Ablauf maßgebend (Start-Stop-Betrieb). Die Anschlußschaltungen hierfür werden auf Wunsch innerhalb des MINCAL 0/1 vorgesehen.

Weiterhin ist eine Reihe von Operationen für die Aufnahme und Ausgabe von Daten aus bzw. zu externen Dateneinheiten und für die Verbindung mit außenliegenden Steuerschaltungen bestimmt. Die Operationszeiten richten sich nach den Erfordernissen der meist langsameren externen Geräte. Die Wirkungsweise der Ein- und Ausgänge ist im Teil "Anschlüsse" ausführlich beschrieben.

Insgesamt erlaubt der Digitalrechner MINCAL 0 die Programmierung von 20 verschiedenen Grundbefehlen. Beim MINCAL 1 kommen noch 6 Befehle für Programmverzweigungen und für Unterprogramme hinzu.

Die einzelnen Programmbefehle sind am Schluß ausführlich behandelt.

Die Operationszeiten sind in 4.14 angegeben.

2. ANSCHLUSSSE

Vorbemerkung: Für die mit ihren Kurzbezeichnungen angegebenen Anschlüsse gilt, soweit nicht anders angegeben, ein Potential von 0 ... -0.5 V für den L-Zustand, sonst -4 ... -6 V. Bei den mit Querstrich (Inversion) versehenen Anschlüssen ist es umgekehrt.

Alle Anschlüsse sind auf Steckverbindungen geführt; ihre Belegung und andere Einzelheiten gehen aus einer Anschlußtabelle hervor, die nicht Teil dieser Beschreibung ist.

2.1 Stromversorgung

Die Stromversorgung des MINCAL 0/1 ist an das Netz 3×380 V 50 Hz mit Nulleiter und Schutzerde anzuschließen (Sternschaltung); die Leistungsaufnahme des Rechners beträgt ca. 400 VA. Zulässige Spannungstoleranz jeder Phase gegen den Nulleiter 220 V $\pm 10\%$. Bei gleichmäßig zu hoher oder zu niedriger Netzspannung können die Transformatorschaltungen um +10 % bzw. -10 % Primärspannung verändert werden.

Ein mit dem Hauptschalter verbundener, besonders abgesicherter 220 V-Ausgang ist vorhanden.

Außerdem können an der Stromversorgung Betriebsspannungen für periphere Geräte in begrenztem Umfang abgenommen werden ($+Z = +6$ V stabilisiert/1 A; $-Z = -6$ V stabilisiert/1.5 A).

Bei thermischer Überlastung wird ein Alarmsignal (-24 V) ausgegeben.

2.2 Steuerung

Ein Potential RUHE meldet, daß der Rechner startbereit ist für einen Programmablauf (Instruktionszähler und alle Ablaufschaltungen in Ruhestellung). Von außen kann über einen Anschluß STPX verhindert werden, daß der Rechner in irgendeiner Weise (intern oder extern) gestartet wird.

Durch ein externes Startpotential STAX wird der Rechner von außen gestartet, sowohl bei Programmbeginn als auch bei jedem weiteren, eventuell im Programm vorgesehenen Stop. Es empfiehlt sich, das den Start auslösende Signal im ersten Falle mit dem Potential RUHE, im anderen Falle mit einer zum Stopbefehl programmierten externen Adresse logisch zu verknüpfen (Und-Tor). Mit den Anschlägen STAK und STAK kann ein Umschaltkontakt verbunden werden, der bei Betätigung den Rechnerstart auslöst.

Ein Potential LAUF meldet, daß der Impulstakt läuft; es ist nicht vorhanden in RUHE-Stellung, bei programmierten Stops und während Operationen mit externen Adressen bzw. Periphergeräten, weil der Impulstakt dann häufig angehalten wird.

Der Eingang ALLG löst die allgemeine Nullstellung aus (Rechner geht in RUHE, alle Schaltungen in Ausgangsstellung; Rechenwerk, Vorzeichen und Prüf-Flip-Flop behalten jedoch ihre Stellung bei; der Kernspeicher wird nicht betroffen). Dieser Eingang darf bei laufendem Programm nicht erregt werden (Gefährdung des Kernspeicher-Inhalts). Dagegen dient der Eingang ENDX zur vorzeitigen Beendigung des Programms mit allgemeiner Nullstellung ohne Gefahr für die Informationen im Speicher (Wirkung wie programmierte Endstop). Bei jeder allgemeinen Nullstellung (im Normalfall: bei Programmende) erscheint am Ausgang ANUL ein Potential von -5 V und 50 μ s Dauer (sonst +6 V).

Ist der Frequenzumschalter in der Frontplatte gedrückt, so kann am Eingang OSZX ein Rechteckgenerator angeschlossen werden, der dann den Impulstakt steuert.

Am Ausgang PRÜF wird gemeldet, daß ein Kernspeicher-Fehler (bzw. Code- oder Stellenfehler bei einem Streifenleser) vorliegt und das Prüf-Flip-Flop erregt worden ist.

2.3 Bedingungen

Alle Befehle lassen sich bedingt programmieren. Die betreffende Operation läuft nur ab, wenn der zugehörige Bedingungseingang erregt ist (negatives Potential). Es sind 12 Eingänge $\overline{BE4}$... $\overline{BE15}$ vorgesehen.

Die Bedingungseingänge haben die gleiche Wirkung wie die 4 entsprechenden Schalter auf der Frontplatte.

Auf Wunsch werden die Eingänge $\overline{BE4}$ und $\overline{BE5}$ im Gerät mit Potentialen verbunden, die der Ein- bzw. Aus-Stellung des Merkspeichers entsprechen (s. 4.12).

2.4 Daten-Ein/Ausgang

Der Rechner MINCAL 0/1 tritt mit externen digitalen Datengebern und -empfängern meist stellenseriellem in Verbindung, d.h. er kann zur gleichen Zeit nur eine Dezimalstelle aufnehmen bzw. ausgeben.

Als Dateneingang sind 4 Anschlüsse SHX1, SHX2, SHX4 und SHX8 vorgesehen, denen die Information im BCD-Code (1-2-4-8) angeboten wird. Daneben sind für dezimale Informationen die 9 Eingänge SDX1 ... SDX9 vorhanden (ist kein Eingang erregt, so nimmt der Rechner eine 0 auf). Außerdem dient ein Eingang SNX2 der Kennzeichnung negativer Werte.

Je Operation kann eine ein- bis fünfstellige Zahl übernommen werden. Jede Stelle des Datengebers ist außer mit dessen Adresse (s. 2.5) auch mit einer der 5 Leitungen TX0 ... TX4 des Stellenkanal-Ausgangs logisch zu verknüpfen (Und-Tor); diese entsprechen den Stellen 10^0 ... 10^{-4} des Rechenwerks, in das die Zahl gebracht wird. Der Vorzeichen-Geber wird nur mit der Adresse oder zusätzlich mit TX0 verknüpft.

Der Dateneingang ist beim Befehl B (Bringen) und programmiertem externer Adresse geöffnet; ebenso bei den numerischen Verarbeitungsbefehlen A, S, C, M und D in Verbindung mit externen Operanden, wovon jedoch im Interesse kurzer Rechenzeiten abzuraten ist. Beim Eingeben von Zahlen über den Dateneingang stoppt der Rechner bei jeder Stelle für eine Zeit, deren Dauer den äußeren Verhältnissen (Kabellänge, Trägheit der Geberschaltungen usw.) angepaßt werden kann ("Zeit 7" = 0.5...3000 ms).

Für die Ausgabe des Rechenwerk Inhalts in externe Speicherregister und dergleichen ist ein BCD-Datenausgang mit den 4 Anschlägen ZHX1, ZHX2, ZHX4 und ZHX8 und ein Ausgang ZNX2 für negatives Vorzeichen vorgesehen. Bei jeder externen Speicherstelle sind diese Potentiale mit der Adresse (s. 2.5) und mit dem Stellenkanal TX0 ... TX4 logisch zu verknüpfen; der Vorzeichen-Ausgang ZNX2 ist während TX0 erregt. Außerdem stehen ein Löschimpuls LOEX und ein 5-fach-wiederholter Einschreibimpuls LADX zur Verfügung; mit LOEX wird das Register vor dem Einschreiben auf Null gestellt; LADX dient zum Einschreiben in die 5 Stellen (dynamische Tore im Register). Die Impulse sind positiv, haben 4 V Amplitude und 12.5 μ s Dauer (Ruhepotential -4 V).

Der Datenausgang ist bei den Transfer-Befehlen T und L (sowie bei C) in Verbindung mit einer programmierten externen Adresse wirksam. Auch hierbei stoppt der Rechner für die eingestellte "Zeit 7", vor und nach jedem Impuls LADX (2mal je Stelle) und vor dem Impuls LOEX (1mal am Anfang der Wortzeit).

Der Stellenkanal arbeitet in der Reihenfolge TX0, TX1 ... TX4.

2.5 Adressekanal

Zur Anwahl externer Adressen dienen 10 + 10 + 2 Anschlüsse für die programmierte 1er-Adresse (MX00 ... MX09), 10er-Adresse (MX10 ... MX19) und 100er-Adresse (MX22, MX23). Damit können 200 verschiedene externe Datengeber, Register, Schaltelemente, Startschaftungen usw. vom Programm angewählt werden.

Der Adresseausgang MX00 ... MX09, MX10 ... MX19, MX22/MX23 ist dezimal codiert und nur wirksam bei den in 2,4 genannten Befehlen in Verbindung mit einer programmierten externen Adresse, bei den Schaltbefehlen Y, Q und H, beim Stopbefehl Z und beim Meßbereich I.

2.6 Schaltbefehle

Es sind 3 Schaltbefehlausgänge SBFY, SBFQ und SBFH vorgesehen; sie entsprechen den Programmbe fehlern Y, Q und H sind für die Dauer der Operation erregt. Für jeden der 3 Schaltbefehle kann eine bestimmte Zeitdauer im Bereich 1 ... 3000 ms eingestellt werden ("Zeit 4, 5 und 6").

Jedes damit erregte Schaltelement ist außerdem mit der betreffenden Adresse logisch zu verknüpfen.

2.7 Parallelausgang

Der Inhalt des Rechenwerks kann über einen BCD-codierten Parallelkanal abgegriffen werden. Den 5 Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ entsprechen die 5 mal 4 Ausgänge C01 ... C08, C11 ... C18, C21 ... C28, C31 ... C38 und C41 ... C48; Überlaufstelle 10^1 (CC1 ... CC8) und Vorzeichen des Rechenwerks (CNEG) sind ebenfalls herausgeführt.

Diese Ausgänge sind stets wirksam. Lange Anschlußleitungen oder größere Parallelkapazitäten sind zu vermeiden; gegebenenfalls muß der Parallelausgang durch zwischengeschaltete Glieder entkoppelt werden.

2.8 Digitaldrucker

Es ist ein Ausgabekanal für einen Digital-Streifendrucker (Kienzle Type D 11E oder D11G) vorgesehen, der über den Befehl R erregt wird. Die Anschlüsse entsprechen den Spezifikationen des Druckers.

Bei dieser Operation werden die 5 Stellen des Rechenwerks sowie die Überlaufstelle und das Vorzeichen parallel ausgedruckt. Durch das Programm kann gleichzeitig die Farbbandumschaltung (Rotdruck) angesteuert werden.

Es kann auch ein Spaltendrucker (Kienzle Type D11 SW) angeschlossen werden; der Rücklauf des Springwagens kann programmiert werden.

Auf Abschirmung und max. Länge des Kabels von 20 m ist zu achten.

2.9 Start-Stop-Ausgabe und -Eingabe

Mit Hilfe des Befehls X besteht die Möglichkeit, den Inhalt des Rechenwerks seriell im Start-Stop-Betrieb auszugeben, z.B. in Schreibmaschinen, serielle Drucker, Streifenlocher usw.

Die Zahl der ausgegebenen Stellen kann im MINCAL 0/1 durch die 10er-Adresse programmiert werden. M10 entspricht allen 5 Stellen, M11 4 Stellen, usw. Bei M15 sind alle Stellen unterdrückt.

Soll vor dem Zahlenwert das Vorzeichen registriert werden, so ist M21 zu programmieren; der Rechner hält dann vor Ausgabe der ersten Stelle zusätzlich an und gibt das Vorzeichen aus.

Wird eine 1er-Adresse programmiert, so stoppt der Rechner nach Ausgabe der letzten Stelle noch einmal und gibt ein Endzeichen aus (Funktionsauslösung oder dergleichen).

Zur Unterscheidung zweier verschiedener Registriergeräte kann die Befehlsergänzung # programmiert werden.

Bei der Start-Stop-Ausgabe ist die Geschwindigkeit des Registriergerätes ohne Bedeutung.

Der Befehl G erlaubt es, Informationen von außen im Start-Stop-Betrieb in das Rechenwerk einzugeben, z.B. aus Tastaturen, Streifenlesern usw.

Zur Eingabe eines Zeichens stoppt der Rechner und öffnet den Daten- und den Vorzeicheneingang. Nach Eingang des Zeichens erhält der Rechner eine Rückmeldung, die ihn wieder startet, gegebenenfalls um sofort für das nächste Zeichen aufnahmefähig zu sein.

Auf diese Weise werden die Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ nacheinander in dieser Reihenfolge eingegeben. Wird kein Eingang erregt, so nimmt der Rechner eine 0 auf. Ein Minuszeichen kann zu jeder beliebigen Stelle, ständig oder auch während eines besonderen Vorzeichenschritts aufgenommen werden.

Die für den Befehl X beschriebene Steuerung der Stellenzahl (Unterdrückung von links) durch Programmierung kann auch beim Befehl G vorgenommen werden; ebenso die Vorwahl eines Einleseschritts für Vorzeichen und Endzeichen, ebenso die Geräteauswahl.

Der Rechner MINCAL0/1 wird direkt an bestimmte, stellenseruelle Registrier- und Eingabegeräte angepaßt; dies geschieht über Baugruppen (Konsole), die hinter der unteren Frontplatte eingebaut werden. Nur dann sind die Befehle X und G programmierbar.

Zur Zeit sind folgende Konsolen verfügbar:

Konsole F0 zum Anschluß einer COMBIDAT Lochstreifeneinheit
(8-Kanal-Streifenleser und 8-Kanal-Streifenlocher,
Arbeitsgeschwindigkeit 20 Z/s),

- Konsole F2 zum Anschluß von elektrischer Schreibmaschine (Typenhebel-Modelle für Ausgabe), stellenseriellem Drucker, Fernschreiber oder 5-Kanal-Streifenlocher,
- Konsole F3 zum Anschluß einer COMBIDAT Lochstreifeneinheit (siehe oben) und einer Kugelkopf-Schreibmaschine (IBM 735 BCD) sowie (auf Wunsch) eines Fernschreibers.

2.10 Zähleingang

Der MINCAL 0/1 enthält einen Zähleingang, der beim Befehl I für unbegrenzte Zeit (bis zu einem externen Start) wirksam ist. Die Zählfrequenz beträgt 0 ... 80 kHz.

Die Zählimpulse sollen frühestens 2 ms nach Beginn der Instruktion einsetzen und spätestens unmittelbar vor dem Start aufhören (Steuerung durch eine zum Befehl I programmierte Adresse).

2.11 Adreßeingang

Die Adressen (Kernspeicher, Festwerte und externe Adressen) werden normalerweise im MINCAL 0/1 auf den Instruktionscodierern programmiert.

Auf Wunsch können sie auch von außen angewählt werden; in diesem Falle werden jeweils 10 Anschlüsse für den 1er-Adreßeingang MPO0MPO9, für den 10er-Adreßeingang MP10 ... MP19 und 2 Anschlüsse für die zweite 100er-Adresse (MP21) sowie für "externe Adresse" (MP22) herausgeführt sowie der Ausgang für ein Steuerpotential BDC (beim MINCAL 0 sind zwei weitere Steuerpotential-Ausgänge BDA und BDB vorgesehen).

Ist in einer Instruktion externe Substitution programmiert, so werden diese Ausgänge erregt; eine externe Schaltung wählt die Adreßeingänge an und gibt dadurch die Adresse vor. Diese externe Adreß-Substitution kann entweder für 1er-, 10er-Adresse und 100er-Adresse oder nur für einen Teil der Adresse erfolgen; im letzteren Falle muß der nicht von außen vorgegebene Adreßteil intern programmiert sein.

Die Verzögerungszeit von Beginn bzw. Ende des Steuerpotentials bis Beginn bzw. Ende der Anwahl am Adreßeingang darf höchstens 10 μ s betragen.

2.12 Analog-Ein/Ausgang

Die Meßspannung wird dem Analogeingang (falls vorgesehen) über zwei Leitungen zugeführt; eine davon ist die Meßerde (im Rechner mit dem Schaltungsnullpunkt verbunden), an der anderen liegt das zu messende Potential. Der Meßbereich beträgt ± 2 V; auf Wunsch wird ein vom Programm ange-wählter zweiter Meßbereich von ± 0.2 V vorgesehen. Die Meßspannung wird in ± 2000 Teile aufgelöst (Darstellung im Rechenwerk ± 1.9990).

Der Eingangswiderstand beträgt ca. 10^{12} Ohm, muß aber unter Umständen auf ca. 1 M Ω herabge-setzt werden, wenn äußere Umstände dies erfordern. Die Meßleitung ist abgeschirmt hereinzu-führen; ihre Abschirmung (und die aller Leitungen in einem externen Meßkreis) ist ausschließlich mit einem hierfür vorgesehenen Pol zu verbinden, der im Rechner auf Meßerde/Schaltungsnullpunkt liegt.

Meßerde bzw. Schaltungsnullpunkt sind im Rechner zunächst weder mit Gehäuse noch Schutzerde verbunden. Es empfiehlt sich jedoch, sie auf Schutzerde oder Bodenerde zu legen, entweder im Rechner oder im externen Meßkreis.

Am Meßeingang kann ein RC-Filter vorgesehen werden, das, nach Bedarf dimensioniert, überlagerte Störungen unterdrückt.

Der Meßeingang ist beim Befehl I wirksam, unter Umständen in Verbindung mit einer externen Adresse zur Anwahl der Meßstelle. Der Rechner hält nach Anwahl der Meßstelle an (Einstelldauer "Zeit 1", min. 30 ms, nach Bedarf zu verlängern), um anschließend den Meßwert zu digitalisieren (Meßdauer "Zeit 2", min. 60 ms).

Ein Steuereingang ADCT (gleiche Funktion wie Schalter A auf der Frontplatte) löst die Digitalisierung wiederholt aus (zu Eichzwecken; nicht während eines Programmablaufs zu erregen), wobei die Wiederholungszeit ("Zeit 0") einstellbar ist.

Die zwei (schwach belastbaren) Vergleichsspannungen $\pm U_K$ (± 24 V) sind herausgeführt, z.B. zur äußeren Einstellung des Nullpunkts (Eingang "Stromsammelleitung"; diese ist gleichzeitig Analogausgang, falls kein Analogeingang vorgesehen).

Der Analogausgang liefert ∓ 2 mA (Kurzschlußstrom gegen Meßerde, bei ca. ∓ 8.125 V Leerlaufspannung) für den Rechenwerksinhalt ± 1.9990 in ± 2000 Stufen von $1 \mu\text{A}$. Er ist stets wirksam, außer beim Meßbefehl I. Man kann ihn z.B. über ein externes Relais ausgeben, das während eines Stop- oder Schaltbefehls durch eine programmierte Adresse erregt wird.

2.13 Programme

Es können im MINCAL 0/1 mehrere Programme vorgesehen werden; jedes einzelne nimmt mindestens 10 Instruktionen bzw. ein Vielfaches davon in Anspruch. Ist mehr als ein Programm vorgesehen, so wird das gewünschte durch einen der 10 Eingänge PM0 ... PM9 angewählt (zur gleichen Zeit nur eines!), die den 10 Programmschaltern auf der Frontplatte entsprechen.

Beim MINCAL 1 sind nur 6 Schalter in der Frontplatte für die Anwahl von Hauptprogrammen vorgesehen; über die restlichen 4 Schalter kann man (für Test-Zwecke) die 4 Unterprogramme einschalten.

3. BEDIENUNG

3.1 Rechner einschalten

Das Gerät wird durch den Hauptschalter im Stromversorgungseinschub eingeschaltet; die weiße Lampe NETZ in der Frontplatte leuchtet auf. Die 3 weißen Tasten NULLST betätigen sowie gegebenenfalls den Schalter PRÜF nach oben und wieder in Mittelstellung bringen; Lampe RUHE brennt; der Rechner ist betriebsbereit.

3.2 Normaler Betrieb

Der Rechner ist für die Durchführung des Programms bereit, wenn alle Tasten und Schalter in Mittelstellung sind und - bei Geräten mit mehreren Programmen - das gewünschte Programm vorgewählt ist (durch Programmschalter oder von außen).

Die Lampe RUHE zeigt die Ruhestellung an; sie erlischt beim ersten Start und leuchtet bei Programmende (Endstop) wieder auf. Die gelbe Lampe LAUF zeigt an, daß der Impulstakt läuft (s. 2.2).

3.3 Verfolgen des Programmablaufs

Eine Reihe von Bedienungs- und Anzeigeelementen dient dazu, den Ablauf eines Programms in Einzelschritten zu verfolgen.

Mit der grünen Taste START wird der Impulstakt gestartet. Sie ist nicht wirksam, wenn von außen STPX erregt ist (s. 2.2); in Stellung EIN des Schalters R ist sie stets, in Stellung AUS des Schalters R nie wirksam.

Die rote Taste STOP hält den Impulstakt am Ende einer Stellenzeit an. (Bei Operationen mit Stop-Betrieb kann der Takt beim Loslassen der Taste von selbst wieder anlaufen.)

Ist der Schalter 1OP gedrückt, so kann der Programmablauf Operation für Operation verfolgt werden. Nach Betätigen der START-Taste wird eine Operation durchlaufen, und der Rechner stoppt mit Beginn der nächsten.

Die Ringanzeigeröhren auf der rechten Seite der Frontplatte zeigen von links nach rechts an: die 10er-Instruktion (darunter 100er-Instruktion) und die 1er-Instruktion des Hauptprogramms; es folgen (beim MINCAL 1) 10er- und 1er-Instruktion des Unterprogramms (darunter die Anzeige für die 4 Unterprogramme).

Auf die beschriebene Weise wird durch die START-Taste ein Programmschritt nach dem anderen ausgelöst. An der Ziffernanzeige links können das Vorzeichen und der Inhalt der Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ des Rechenwerks abgelesen werden. Die 2-bit-Anzeige unterhalb des Vorzeichens zeigt links die Stellung des Merkspeichers an (Aufleuchten = Ein), rechts den Bedingungssprung (Aufleuchten = Operation ist bedingt programmiert und Bedingung nicht erfüllt, d.h. Operation wird nicht ausgeführt).

3.4 Langsamgang und Taste HALT

Zur Beobachtung des Operationsverlaufs kann der Schalter FREQ betätigt und anstelle des internen Oszillators ein externer Generator mit niedriger bzw. variabler Frequenz angeschlossen werden, entweder über den Eingang OSZX (s. 2.2) oder über das Buchsenpaar, das nach Öffnen der Frontplatte auf der Rückseite der Anzeigekonsole zugänglich ist (weiß: Null; rot: Rechtecksignale, min. Amplitude +5 V, Anstößzeit max. 5 µs, Frequenz 0 ... 80 kHz).

Wird der Schalter HALT gedrückt, so führt der Rechner die jeweilige Instruktion immer wieder durch, da dann der Instruktionszähler bei Operationsende nicht weiterzählt.

3.5 Nullstellung und Prüfanzeige

Mit der weißen Nullstelltaste ALLG wird die allgemeine Nullstellung ausgelöst; alle Schaltungen gehen in die Ausgangsstellung; die Lampe RUHE leuchtet auf. Rechenwerk, Merkspeicher, Prüfanzeige und Kernspeicherinhalt werden davon nicht betroffen. Während des laufenden Impulstakts soll diese Taste nicht betätigt werden, da sonst der Kernspeicherinhalt gefährdet wird (Anhalten im Programm stets durch 10P).

Die weiße Taste WERK stellt Rechenwerk, Vorzeichen und Merkspeicher auf Null. Mit Betätigen der weißen Taste KS wird der Kernspeicher auf Null gelöscht.

Der Schalter PRÜF bewirkt Nullstellen des Prüf-Flip-Flops und Erlöschen der damit gekoppelten roten Lampe PRÜF. Das Prüf-Flip-Flop schaltet bei Kernspeicher-Prüfbitfehler ein; bei Ende der fehlerhaften Operation stoppt der Rechner.

Wenn ein 8-Kanal-Lochstreifenleser angeschlossen ist, wird das Prüf-Flip-Flop auch bei Lesen einer geradzahligen Lochkombination oder dann gesetzt, wenn als Endzeichen Kanal 8 programmiert ist, aber nicht gelesen wird.

Wird der Schalter PRÜF nach oben eingerastet, so erfolgt keine Prüfung.

3.6 Bedingungsschalter

Die 4 Bedingungsschalter BE4 ... BE7 haben die gleiche Funktion wie die in 2.3 genannten Bedingungseingänge. Betätigen bedeutet Erfüllen der Bedingung zwecks Ausführung der betreffenden Operation (nur für 4 der insgesamt 12 programmierbaren Bedingungen von der Frontplatte aus zu steuern).

3.7 Analogeingang

Wird der Schalter A nach oben gestellt, so erfolgt (bei eingebautem Analog-Eingang) wiederholte Digitalisierung und Anzeige eines anstehenden Meßwerts. Nach unten betätigt, bewirkt Schalter A das gleiche im empfindlicheren Meßbereich (falls vorgesehen). Dabei kann die Adresse der Meßstelle am Dekadenschalter ADR vgewählt werden, wenn man außerdem den Kippschalter ADR betätigt.

3.8 Befehls-, Adreß- und Datenvorwahl

Jeder Befehl kann getestet werden, wenn man den Kippschalter BEF betätigt und an den 3 Dekadenschaltern BEF v.l.n.r. die Hauptbit- und Nebenbitwertigkeit des Befehls (s. 4.2) und die Ergänzung (beim MINCAL 0: + für # ; sonst -; beim MINCAL 1: 2 für # , 3 für *# und BDA; sonst ? oder 1) einstellt. Zum Befehl wird eine Adresse über die 3 rechten Dekadenschalter ADR vorgewählt, wobei außerdem der Kippschalter ADR zu betätigen ist.

*V3D4, -jetz-

Ein weiterer Dekadenschalter mit einer Vorzeichen- und 5 Ziffernstellen dient zur Eingabe von Zahlen; er wird über die Adresse 399 angewählt.

3.9 Datenprogrammierung

Rechts vom Schalter R befinden sich 3 Schalter, mit deren Hilfe man Zahlenwerte zwischen Datenschalter, Kernspeicher, Digitaldrucker und einer gegebenenfalls angeschlossenen Lochstreifeneinheit austauschen kann.

Wird der linke Schalter auf EINZ gestellt, so wird ein Einzelwert in einen Kernspeicherplatz gebracht bzw. aus diesem gelesen, dessen Adresse am Dekadenschalter ADR einzustellen ist. Beim Rechner MINCAL 1 kann der Schalter auch auf GES gestellt werden; in dieser Stellung werden alle max. 200 Kernspeicherplätze automatisch nacheinander abgefragt bzw. eingelesen.

Die beiden anderen Schalter werden entsprechend den Datenträgern eingestellt, von denen bzw. in die der Wert übertragen wird. Beim mittleren Schalter sind dies die Stellungen: LES (nach oben; vom Leser); KS (Mitte; vom Kernspeicher); DAT (nach unten; vom Datenschalter). Beim rechten Schalter: LOCH (nach oben; in den Locher); KS (Mitte; in den Kernspeicher); DRU (nach unten; in den Drucker).

Vor Beginn jeder neuen Datenprogrammier-Betriebsart ist die weiße Taste :LG zu betätigen. Der Schalter R ist auf EIN zu stellen.

Folgende Betriebsarten sind bei MINCAL 0 und MINCAL 1 möglich:

3.9.1 Einzelplatz einschreiben

Schalter: EINZ-DAT-KS
Dekadenschalter ADR: Adresse wählen
Dekadenschalter DAT: Zahlenwert einstellen
START

Der an DAT eingestellte Wert wird in den über ADR vorgewählten Speicherplatz übertragen.

3.9.2 Einzelplatz ausdrucken (bei angeschlossenem Digitaldrucker)

Schalter: EINZ-KS-DRU
Dekadenschalter ADR: Adresse wählen
START

Der Inhalt des über ADR vorgewählten Speicherplatzes wird ausgedruckt.

3.9.3 Einzelplatz anzeigen

Schalter: EINZ-KS-KS
Dekadenschalter ADR: Adresse wählen
START

Der Inhalt des über ADR vorgewählten Speicherplatzes wird angezeigt.

3.9.4 Eingabe und Drucker testen (bei angeschlossenem Digitaldrucker)

Schalter: EINZ-DAT-DRU
Dekadenschalter DAT: Zahlenwert einstellen
START

Die bei DAT eingestellte Zahl wird gedruckt.

Beim Rechner MINCAL 1 sind außerdem folgende Betriebsarten möglich:

3.9.5 Kernspeicher laden

Schalter: GES-DAT-KS
Dekadenschalter DAT: Zahlenwert einstellen
Schalter 10P
START

Die bei DAT eingestellte Zahl wird in den Platz 000 geladen; jetzt kann eine neue Zahl einge stellt und mit Betätigen von START in Platz 001 übertragen werden, usw. für alle Speicher plätze nacheinander. Wird der Schalter 10P nicht betätigt, so wird die eingestellte Zahl nach einmaligem Start in alle Plätze übertragen.

3.9.6 Kernspeicherinhalt ausdrucken (bei angeschlossenem Digitaldrucker)

Schalter: GES-KS-DRU
START

Der Inhalt aller Speicherplätze, beginnend mit Platz 000, wird der Reihenfolge der Adressen nach ausgedruckt.

Die Anzahl der zu lesenden bzw. zu ladenden Kernspeicherplätze kann durch Adressstop begrenzt werden; dazu wird der Schalter AST betätigt und die erste nicht mehr erwünschte Adresse am Adress-Dekadenschalter eingestellt, bei deren Erreichen der Ablauf anhält. Das gilt auch für die folgenden Betriebsarten mit der Lochstreifeneinheit.

Bei angeschlossener Lochstreifeneinheit sind noch folgende Betriebsarten möglich (5-stellige Worte auf 8-Kanal-Lochstreifen):

3.9.7 Lochstreifen einlesen

Schalter GES-LES-KS

3.9.8 Kernspeicherinhalt auslochen

Schalter: GES-KS-LOCH

3.9.9 Lochstreifen ausdrucken

Schalter: GES-LES-DRU

3.9.10 Lochstreifen erstellen

Schalter: GES-DAT-LOCH
(mit 10P)

3.9.11 Lochstreifen duplizieren

Schalter: GES-LES-LOCH

4. PROGRAMMIERUNG

4.1 Instruktionen und ihre Schreibweise

Eine Instruktion enthält alle Angaben für den Ablauf jeweils einer Operation. Zwecks einheitlicher Darstellung in Programmunterlagen werden die Instruktionen 7-stellig geschrieben; sie sind wie folgt zusammengesetzt:

1.Stelle:	Befehl	(Buchstabe, groß geschrieben)
2.Stelle:	Ergänzung	(Zeichen #)
3.Stelle:	100er-Adresse	(Ziffer)
4.Stelle:	10er-Adresse	(Ziffer)
5.Stelle:	1er-Adresse	(Ziffer)
6.Stelle:	Bedingung/Substitution	(Buchstabe, klein geschrieben)
7.Stelle:	Stop mit 10P	(Buchstabe x)

Der Befehl kennzeichnet eine der Grundoperationen; er wird durch einen (groß geschriebenen) Buchstaben bzw. eines der Zeichen **b**, **-**, **&** oder **/** ausgedrückt.

Die einzelnen Programmbefehle sind in Abschnitt 5 ausführlich beschrieben.

Bei gewissen Befehlen wird ein veränderter Ablauf durch ein Ergänzungszeichen erzielt; in diesem Falle wird hinter den Befehl ein Doppelkreuz (#) gesetzt.

Die Adresse wird 3-stellig programmiert und geschrieben. Die erste Adressstelle (100er-Adresse) ist 0 bzw. 1 oder 2 bzw. 3, je nachdem, ob es sich um eine interne Adresse (Kernspeicher) oder eine externe Adresse handelt.

Die beiden anderen Adressstellen geben die 10er und 1er wieder; sie enthalten die Ziffern 0 ... 9. Sind diese Stellen nicht oder nicht vollständig programmiert (z.B. im Falle einer Substitution), so wird die fehlende Stelle durch einen Punkt angedeutet. Bei Befehlen, die keiner Adresse bedürfen, wird die Adresse weder programmiert noch geschrieben.

Die Bedingung bzw. Substitution wird, falls programmiert, in der 6. Stelle angegeben durch einen der (kleinen) Buchstaben a ... s.

Ist nach Ablauf einer Operation, d.h. vor Ausführung der folgenden, ein Stop gewünscht (Wirkungsweise wie 10P), so kann man dies programmieren und durch ein x in der letzten Stelle andeuten.

Vollständige Instruktionen lauten z.B.:

b	Setzen Vorzeichen auf +
B	Bringen 0 ins Rechenwerk
B 015 x	Bringen Operand aus Kernspeicherplatz 15, Stop danach
T#246	Transfereieren Rechenwerksinhalt in Merkspeicher und externe Adresse 46
T 1..	Transfereieren Rechenwerksinhalt in Substitutionsadresse
L#006 dx	Löschender Transfer in Merkspeicher auf Platz 06, wenn Bed.8 erfüllt, und Stop danach
Y# a	Löschen Kernspeicher, wenn Bedingung 1 erfüllt
R	Registrieren
Z#	Endstop

4.2 Programmieren der Instruktionskodierer

Die Instruktionen werden auf steckbaren Bausteinen (Instruktionskodierern) durch Einlöten von Dioden programmiert. Auf jedem Kodierer können 2 x 10 Instruktionen programmiert werden. Die 10 Plätze jeder Hälfte sind den 1er-Instruktionen 0 ... 9 fest zugeordnet; jeder Hälfte ist, je nach Verdrahtung im Rechner, eine bestimmte 10er-Instruktion und ein bestimmtes Programm zugeordnet. (Beide Hälften können unterschiedlichen Programmen angehören).

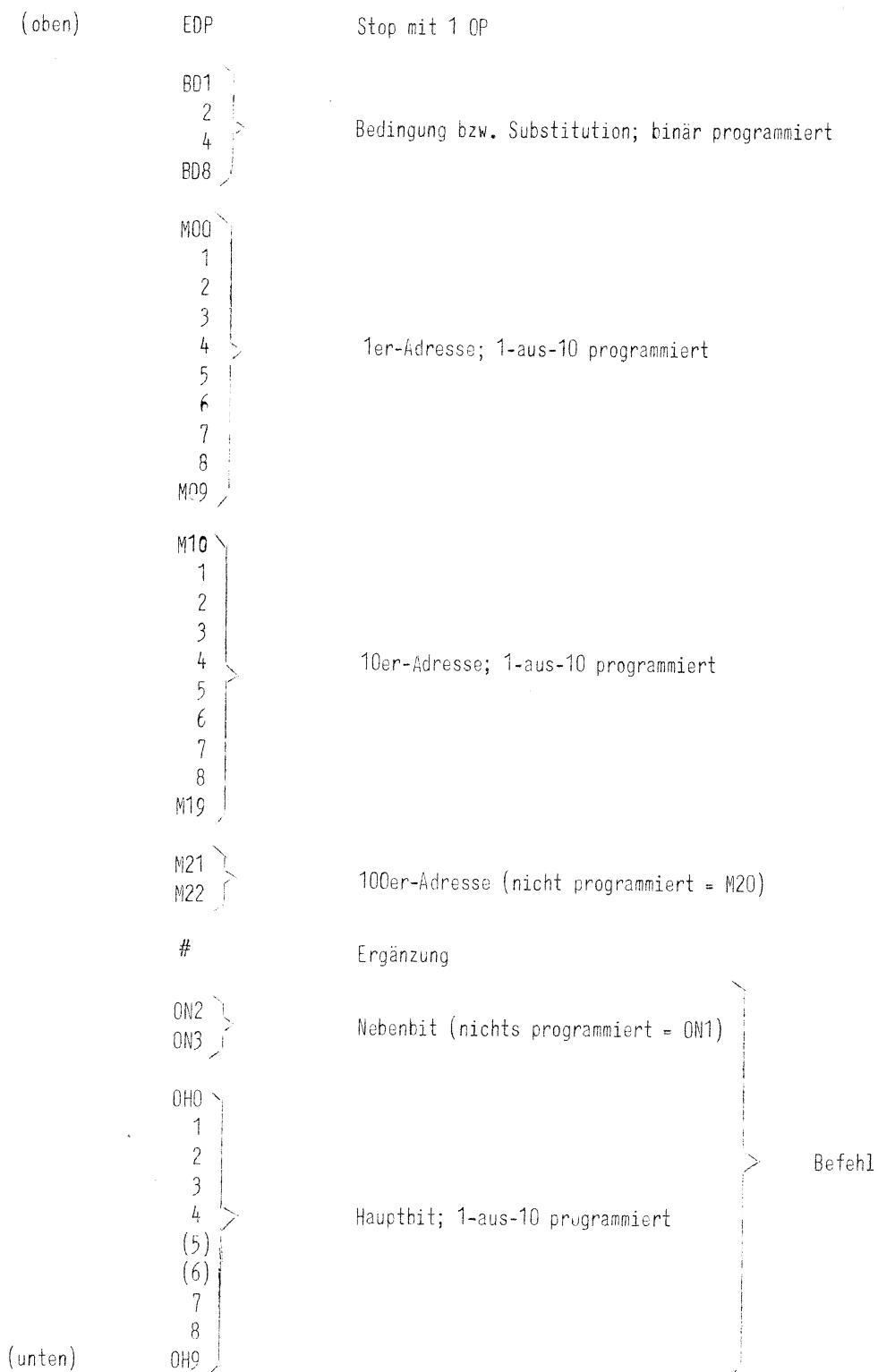
Für jeden Platz wird die zugehörige Instruktion programmiert, indem man von einem Ausgangspunkt eine Diode zu jeder infrage kommenden, über die ganze Platte laufenden Programmleitung lötet, und zwar so, daß deren Kathode (Ring) an der Programmleitung liegt.

Insgesamt sind 40 Programmleitungen vorgesehen, die den einzelnen Stellen der Instruktion bzw. deren möglichem Inhalt entsprechen; ihre Bezeichnung und Anordnung ist auf Seite 19 angegeben.

Der Befehl wird durch einen numerischen Anteil (Hauptbit-Wertigkeit OH...) und einen zusätzlichen Teil (Nebenbits ON...) angegeben; d.h. es sind im allgemeinen 2 Dioden zu programmieren. Die Zuordnung zu den Buchstaben geschieht (nach dem BCD-Alphabet) wie folgt:

<u>Befehl</u>	<u>Programmierung</u>
b	OH0 & (ON1)
-	OH0 & ON2
&	OH0 & ON3
/	OH1 & (ON1)
A	OH1 & ON3
S	OH2 & (ON1)
B	OH2 & ON3
T	OH3 & (ON1)
L	OH3 & ON2
C	OH3 & ON3
M	OH4 & ON2
D	OH4 & ON3
V	OH5 & (ON1)
N	OH5 & ON2
E	OH5 & ON3
W	OH6 & (ON1)
O	OH6 & ON2
F	OH6 & ON3
X	OH7 & (ON1)
G	OH7 & ON3
Y	OH8 & (ON1)
Q	OH8 & ON2
H	OH8 & ON3
Z	OH9 & (ON1)
R	OH9 & ON2
I	OH9 & ON3

nur bei MINCAL 1



Belegung der Programmleitungen
Instruktionskodierer MINCAL 0/1

Ist weder ON2 noch ON3 programmiert, so ist ON1 wirksam; daher ist keine Programmleitung für ON1 vorgesehen.

Die Leitung # ist für die Befehlsergänzung vorgesehen.

M21 bzw. M22 entsprechen der 100er-Adresse "1" bzw. "2"; ist keine von beiden programmiert, so ist die 100er-Adresse "0" wirksam; sind beide programmiert: 100er-Adresse "3".

M10 ... M19 entsprechen der 10er-Adresse 0 ... 9, M00 ... M09 der 1er-Adresse 0 ... 9. Die 4 Leitungen BD1 ... BD8 den Bedingungen 1, 2, 4 und 8; die Leitung EDP ist für den Stop nach Ende der Operation verfügbar.

4.3 Kernspeicher-Adressen

Der Kernspeicher des MINCAL 0/1 enthält max. 200 Plätze, die mit 000 ... 199 nummeriert sind. Zwei davon haben besondere Funktionen:

000	Arbeitsspeicher C
001	Arbeitsspeicher B

Diese Plätze sind interne Arbeitsspeicher. Ihr Inhalt ist nach einer Multiplikation bzw. Division unter Umständen von Interesse. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß der Platz C (000) durch anschließendes Schiften, Addieren, Subtrahieren und Verzweigen wieder verändert wird.

Alle übrigen Plätze des Speichers können beliebig verwendet werden.

4.4 Externe Adressen

Vom MINCAL 0/1 aus kann man über einen 3-stelligen, dezimalen Kanal 200 verschiedene externe Adressen (200 ... 399) anwählen (s. 2.5). In der Instruktion wird die entsprechende Adresse (00 ... 99) sowie die 100er-Adresse 2 (M22) programmiert; beim 2. Hundert (300 ... 399) ist zusätzlich M21 zu programmieren.

Der Datenschalter in der Frontplatte kann als externer Geber über die Adresse 399 vom Programm abgefragt werden.

4.5 Adreß-Substitution und Adreßzähler

Wenn eine interne Adresse (Kernspeicherplatz) nicht feststeht, sondern sich nach dem Zustand einer internen oder peripheren Einheit richtet, wird bei der betreffenden Operation die Adresse nicht bzw. nicht vollständig programmiert; stattdessen wird "Substitution" programmiert, was zur Anwahl der richtigen Adresse führt.

Beim MINCAL 0 sind folgende Adreßsubstitutionen programmierbar:

a (BD1)	Externe Substitution; Steuerpotential BDA
b (BD2)	" " "
c (BD1&BD2)	" " "

Beim MINCAL 1 dagegen gilt:

a (BD1)	Substitution durch Adreßzähler (Indexregister)
b (BD2)	" " Adresse im Hauptprogramm
c (BD1&2)	Externe Substitution; Steuerpotential BDC

Während beim MINCAL 0 eine Adresse nur von außen substituiert werden kann, enthält der Rechner MINCAL 1 ein Indexregister (Adreßzähler), das anstelle einer programmierten Zahl die Adresse dann vorgibt, wenn Substitution a programmiert ist. Der Inhalt des Adreßzählers kann im Bereich 000 ... 399 liegen; sein Stand wird über die Befehle N und E auf einen in der Instruktion angegebenen Betrag gesetzt bzw. um diesen erhöht. Die Substitution aller Adreßstellen ist hierbei vollständig; lediglich M22 kann (für "externe Adresse") zusätzlich programmiert werden.

Außerdem kann beim MINCAL 1 in Unterprogrammen "Substitution durch Hauptprogramm" (Symbol b) programmiert werden; dabei wird die jeweilige Instruktion im Hauptprogramm (d.h. die dort programmierte, vollständige oder unvollständige Adresse) wirksam.

4.6 Unterprogramme

Der Digitalrechner MINCAL 1 bietet die Möglichkeit, mit Unterprogrammen zu arbeiten. Es sind max. 4 Unterprogramme möglich, die mit 6...9 bezeichnet sind und von denen zur gleichen Zeit höchstens eines aufgerufen sein darf. Ein Unterprogramm nimmt mindestens 10 Instruktionen ein und darf höchstens 100 Instruktionen lang sein; es kann beliebig oft und an beliebigen Stellen vom Hauptprogramm angewählt werden. Für die Unterprogramme ist ein getrennter, 2-stelliger Instruktionszähler vorgesehen. Haupt- und Unterprogramm müssen daher auf verschiedenen Instruktionskodierern untergebracht werden.

Ein Unterprogramm wird vom jeweiligen (Haupt-) Programm durch einen Befehl V (mit 6, 7, 8 oder 9 - je nach Nr. des Unterprogramms - in der 1er-Adresse) eingeschaltet. Der Haupt-Instruktionszähler geht noch in die nächstfolgende Stellung und bleibt dort stehen (die dort programmierte Instruktion bleibt jedoch für die Dauer des Unterprogramms wirksam). Die Operationen des Unterprogramms werden ausgeführt, beginnend bei Instruktion 00, bis zu einem Befehl V (mit 0 in der 1er-Adresse), der das Unterprogramm ausschaltet, dessen Instruktionszähler nullstellt und das Hauptprogramm wieder einschaltet. Dieses beginnt mit der Instruktion, auf der es stehen geblieben war.

Zwecks Substitution der Adresse durch eine im Hauptprogramm vorgesehene Zahl kann die vom Haupt-Instruktionszähler bestimmte Instruktion für die Dauer eines Befehls vom Unterprogramm aus "durchgeschaltet" werden (Substitution b, s. 4.5).

Während des Unterprogramms kann der Haupt-Instruktionszähler durch einen Befehl V (mit 1 in der 1er-Adresse) um eine Einheit erhöht werden.

Beim MINCAL 1 ist, je nach Verdrahtung, folgende Beschränkung der Hauptprogramm-Länge zu beachten:

PM0 300 Instruktionen
übrige max. 100 Instruktionen

oder

PM0 max. 300 Instruktionen
PM1 max. 200 Instruktionen
übrige max. 100 Instruktionen

4.7 Programmverzweigungen

Beim Rechner MINCAL 1 sind Verzweigungen im Ablauf programmierbar; hierzu dienen die Befehle W, O und F. Die Verzweigung findet entweder unbedingt statt (F) oder wird ausgeführt, wenn das Vorzeichen des Rechenwerks negativ ist (W) oder wenn das Rechenwerk Nullinhalt hat (O).

Bei einer Verzweigung wird der Instruktionszähler auf die im Adreßteil angegebene Instruktions-Nr. gesetzt; da er am Ende der Operation um eine Einheit weiterzählt, ist stets die um 1 verminderte Nummer der Instruktion des Programmschritts einzusetzen, auf den man verzweigen will.

Verzweigungen sind sowohl im Haupt- als auch im Unterprogramm möglich; sie bewirken Veränderungen des Haupt- oder Unter-Instruktionszählers je nachdem, ob sie im Haupt- oder Unterprogramm vorgegeben sind.

4.8 Numerische Daten

Numerische Worte sind im Kernspeicher oder in einem Festwertkodierer des MINCAL 0/1 enthalten, oder sie werden von externen Datengebern in den Rechner gebracht bzw. in externe Register transferiert.

Ein numerischer Wert (ein "Wort") hat stets 5 Stellen und ein Vorzeichen (+0.0000 ... +9.9999). Die Ziffern 0...9 werden im Kernspeicher durch 4 (Haupt-) Bits je Stelle dargestellt, das Vorzeichen durch ein weiteres Bit (Nebenbit 2). Das sechste Bit im Kernspeicher (Nebenbit 1) dient als Prüfbit.

Anstelle einer Kernspeicher-Einheit kann ein Festwertkodierer vorgesehen werden, auf dem man 20 verschiedene Zahlen durch Einlöten von Dioden fest programmieren kann (je 5 Stellen + Vorzeichen). Diese Zahlenwerte werden über entsprechende interne Adressen abgefragt. Festwertkodierer sind vorzugsweise im 2. Hundert der Adressen (100 ... 199) und dort allein vorzusehen. Für diese Gruppe wird dann die Bit-Prüfung unterbunden, da auf Festwertkodierern kein Prüfbit vorgesehen ist.

4.9 Festwertoperationen

Im MINCAL 1 kann bei den Befehlen B (Bringen), A (Addieren), S (Subtrahieren), N (Setzen Indexregister) und E (Erhöhen Indexregister) statt einer Adresse auch ein positiver Festwert angegeben werden. Wird hierbei die Ergänzung (#) programmiert, so wird die in den Adressstellen angegebene Zahl als Festwert im Bereich 000 bis 399 aufgefaßt, der rechtsbündig ins Rechenwerk gebracht, zu dessen Inhalt addiert bzw. von ihm subtrahiert wird.

4.10 Numerische Verarbeitung

Bei Addition und Subtraktion, Multiplikation und Division gelten die üblichen Vorzeichenregeln. Beim Addieren eines positiven zu einem gleich großen negativen Wert erscheint das Ergebnis -00000; ebenso bei Multiplikation oder Division, wenn z.B. beide Werte unterschiedliches Vorzeichen haben und einer gleich Null ist.

Bei mehrfachem Addieren oder Subtrahieren dient die Stelle 10^1 des Rechenwerks als Überlaufspeicher. Zwischenergebnisse von 10.0000 bis 90.0000 sind erlaubt, jedoch nicht bei Addition oder Subtraktion durch Null, darüberhinaus wird der Inhalt des Rechenwerks verfälscht. Die Überlaufstelle kann nicht abgespeichert, geschrieben oder gelocht werden; will man sie berücksichtigen, so muß sie durch Rechtsschiften in den Bereich der Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ des Rechenwerks gebracht werden. (Für den Digitaldrucker ist das allerdings nicht nötig. Hier kann auch die Überlaufstelle ausgedruckt werden.)

Bei Multiplikation und Division muß die Überlaufstelle vorher leer sein. Produkt bzw. Quotient dürfen im übrigen den Absolutbetrag 9.9999 nicht übersteigen.

Am Ende der Multiplikation bzw. Division stehen Produkt bzw. Quotient stellenrichtig im Rechenwerk. Die 4 unbedeutenden Produktstellen sind im Arbeitsspeicher B (Platz 001) verfügbar; wobei dessen 1. Stelle jedoch unterdrückt bzw. zu Null gemacht werden muß, wenn diese Stellen für die weitere Verarbeitung interessieren. Nach einer Division steht der Rest im Arbeitsspeicher C (Platz 000).

4.11 Multiplikation und Division mit mehreren Operanden

Im Normalfall wird bei einer Multiplikation der Rechenwerksinhalt (Multiplikator) mit einem Operanden (Multiplikand) multipliziert und bei der Division der Rechenwerksinhalt (Dividend) durch einen Operanden (Divisor) geteilt.

Unter Umständen besteht jedoch der Wunsch, bei einer Multiplikation jede der 5 Multiplikatorstellen mit einem anderen Operanden zu multiplizieren bzw. bei einer Division zur Errechnung jeder Ergebnissstelle einen neuen Divisor heranzuziehen.

Um dies zu erreichen, programmiert man 5 aufeinanderfolgende Instruktionen mit M (Multiplikation) bzw. D (Division), davon die 4 ersten jeweils mit Ergänzung (#) und in jeder eine andere Adresse. Der Instruktionszähler schaltet nach Verarbeitung jeder Stelle innerhalb der Operation um eine Einheit weiter, wählt also eine neue Adresse und damit einen neuen Operanden an. Der Ablauf der Multiplikation bzw. Division ist im übrigen unverändert.

4.11.1 Umformung einer 15-stelligen Binärzahl in eine 5-stellige Dezimalzahl.

Vor Beginn der Operation steht die Binärzahl in Oktalform im Rechenwerk ($2^0, 2^1, 2^2$ als 1, 2, 4 in Stelle 10^{-4} ; $2^3, 2^4, 2^5$ als 1, 2, 4 in Stelle 10^{-3} , usw.). Man programmiere:

M#	(m1)	m1 = Adresse mit Inhalt 1.0000
M#	(m2)	m2 = Adresse mit Inhalt 0.8000
M#	(m3)	m3 = Adresse mit Inhalt 0.6400
M#	(m4)	m4 = Adresse mit Inhalt 0.5120
M	(m5)	m5 = Adresse mit Inhalt 0.4096

4.11.2 Umformung einer 5-stelligen Dezimalzahl in eine 15-stellige Binärzahl.

Man programmiere:

D#	(m5)	m5 = Adresse mit Inhalt 0.4096
D#	(m4)	m4 = Adresse mit Inhalt 0.5120
D#	(m3)	m3 = Adresse mit Inhalt 0.6400
D#	(m2)	m2 = Adresse mit Inhalt 0.8000
D	(m1)	m1 = Adresse mit Inhalt 1.0000

Das Ergebnis ist die Binärzahl in oktaler Darstellung.

4.12 Bedingungen und Merkspeicher

Alle Operationen können mit Bedingung programmiert werden (ausgenommen sind die Operationen, in denen mit einer Substitution gearbeitet wird); sie werden nur dann ausgeführt, wenn der betreffende Bedingungseingang erregt oder der zugehörige Schalter betätigt ist (s. 2.3 und 3.6). Andernfalls wird die Operation übersprungen. Die betreffende Bedingung wird wie folgt programmiert:

Bedingung 4	Symbol d	Programmleitung BD	4
" 5	" e	"	4 1
" 6	" f	"	4 2
" 7	" h	"	4 2 1
" 8	" j	"	8
" 9	" k	"	8 1
" 10	" l	"	8 2
" 11	" m	"	8 2 1
" 12	" n	"	8 4
" 13	" p	"	8 4 1
" 14	" r	"	8 4 2
" 15	" s	"	8 4 2 1

Der Rechner MINCAL 0/1 enthält einen Merkspeicher (Flip-Flop), in den durch die Befehle T oder L (in Verbindung mit der Ergänzung (#)) das jeweilige Vorzeichen des Rechenwerks übertragen werden kann. Ist das Vorzeichen negativ, so wird der Merkspeicher gesetzt; ist es positiv, wird er rückgestellt.

Der Merkspeicher kann auf Wunsch mit den Bedingungseingängen 4 und 5 verbunden werden in folgender Zuordnung:

Bedingung 4 erfüllt (d) = MERK gesetzt (Vorzeichen war negativ)

Bedingung 5 erfüllt (e) = MERK rückgestellt (Vorzeichen war positiv),

Dadurch ergibt sich die Möglichkeit, bestimmte Operationen durchzuführen oder zu überspringen, je nachdem, wie das Vorzeichen bei einer früheren Operation war.

4.13 Stop nach Operationsende

Bei jeder Instruktion kann man programmieren, daß der Ablauf nach Ende der Operation anhält (Wirkung wie Schalter 10P). Der Instruktionszähler geht um eine Einheit weiter und wählt die nächste Instruktion an, die aber erst ausgeführt wird, wenn von außen oder von der START-Taste neu gestartet wird.

Dieser Stop ist stets wirksam, wenn er programmiert wird; auch bei Bedingungssprung.

4.14 Operationszeiten

b	Vorzeichen plus	1
-	Vorzeichen minus	1
&	Vorzeichen wechseln	1
/	Schiften	3
A	Addieren	2 + NULL *
S	Subtrahieren	2 + NULL *
B	Bringen	2 *
T	Transfer	2 *
L	Transfer löschen	2 *
C	Addieren - Transfer	3 *
M	Multiplizieren	25...66 *
D	Dividieren	26...67 *
V	Unterprogramm-Befehle **	1
N	Setzen Adreßzähler **	2
E	Erhöhen Adreßzähler **	2
W	Verzweigen wenn negativ **	3
O	Verzweigen wenn Null **	3
F	Verzweigen **	3
X	Start-Stop-Ausgabe	je nach angeschlossenem Registriergehärt
G	Start-Stop-Eingabe	je nach angeschlossenem Eingabegerät
Y	Schaltbefehl Y	1...3000
Q	Schaltbefehl Q	1...3000
H	Schaltbefehl H	1...3000
Z	Stop	1 + Stopzeit
R	Digitaldrucker	ca. 300
I	Zählen	3 + Stopzeit

Alle Angaben in Millisekunden. Bedingte Operationen, die nicht ausgeführt werden: 1 ms.

Null = bei Addition bzw. Subtraktion durch Null + 2 ms.

* bei externen Adressen längere Zeit

** nur bei MINCAL 1

5. PROGRAMMBEFEHLE

Die folgenden Blätter enthalten alle möglichen Befehle, die von den Digitalrechnern MINCAL 0 und MINCAL 1 ausgeführt werden können; sie sind nach dem BCD-Alphabet geordnet.

Wo Punkte stehen, ist die Adresse numerisch einzusetzen.

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

VORZEICHEN PLUS	6
VORZEICHEN MINUS	-
VORZEICHEN WECHSELN	&
SCHIFTFEN	/
	/ #

VORZEICHEN PLUS

6

Das Vorzeichen des Rechenwerks wird auf Plus gesetzt

VORZEICHEN MINUS

-

Das Vorzeichen des Rechenwerks wird auf Minus gesetzt

VORZEICHEN WECHSELN

&

Das Vorzeichen des Rechenwerks wird in sein Gegenteil verkehrt

SCHIFTFEN RECHTS

SCHIFTFEN LINKS

Der Inhalt des Rechenwerks wird eine Stelle nach rechts oder links verschoben ohne Änderung des Vorzeichens. Stellen, die beim Rechtsschiften aus dem Rechenwerk rechts herauslaufen, gehen verloren; freiwerdende höhere Stellen werden auf Null gelöscht.

Beim Schiften nach links gehen die Stellen verloren, die über die Stelle 10^1 (Überlaufstelle des Rechenwerks) hinauslaufen, während freiwerdende niedere Stellen Null gesetzt werden.

Der Inhalt der Überlaufstelle bleibt erhalten, so lange nachfolgende Befehle nur das Vorzeichen beeinflussen, einfache, nichtlöschende Transfer- oder Ausgabeoperationen sind, oder das Rechenwerk überhaupt nicht berühren. Der Inhalt der Überlaufstelle bleibt dagegen nicht erhalten bei anschließendem Multiplizieren, Bringen und löschen Transferieren. Nachfolgende Addition, Subtraktion oder Division ist mit Einschränkung möglich, wenn die Überlaufstelle eine geltende Ziffer enthält.

/
/#

Rechenwerk 1 Stelle links schiften
Rechenwerk 1 Stelle rechts schiften

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

ADDIEREN A ...
A# ...

Der Inhalt des in der Instruktion adressierten Kernspeicherplatzes oder des externen Datenspeichers bzw. der angegebene positive Festwert* wird stellen- und vorzeichengerecht zum Rechenwerksinhalt addiert.

A ... Addieren der Adresse ...
A# ... Addieren des Festwerts ... *

SUBTRAHIEREN S ...
S# ...

Der Inhalt des im Subtraktionsbefehl adressierten Kernspeicherplatzes oder des externen Datenspeichers bzw. der angegebene positive Festwert* wird stellen- und vorzeichengerecht vom Rechenwerksinhalt abgezogen.

S ... Subtrahieren der Adresse ...
S# ... Subtrahieren des Festwerts ... *

BRINGEN B
B ...

Der Inhalt des in der Instruktion adressierten Kernspeicherwortes oder des externen Datenspeichers bzw. der angegebene positive Festwert* wird stellen- und vorzeichengerecht ins Rechenwerk übertragen.

B Null bringen
B ... Bring der Adresse ...
B# ... Bring des Festwerts ... *

* nur bei MINCAL 1

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

TRANSFERIEREN T ...
T#
T#...

Der Inhalt des Rechenwerks wird stellen- und vorzeichengerecht in den in der Instruktion adressierten Speicher (Kernspeicherwort oder externer Datenspeicher) übertragen.

Der vorherige Speicherinhalt wird dabei gelöscht; der Inhalt vom Rechenwerk bleibt samt Vorzeichen erhalten.

Bei programmiertener Ergänzung wird außerdem die Stellung des Vorzeichens in den Merkspeicher übertragen.

T ... Transfer in Adresse ...
T# Transfer Vorzeichen in Merkspeicher
T#... Transfer in Adresse ..., Vorzeichen in Merkspeicher

TRANSFERIEREN LOESCHEND L ...
L#
L#...

Der Inhalt des Rechenwerks wird stellen- und vorzeichengerecht in den in der Instruktion adressierten Kernspeicherplatz oder externen Datenspeicher übertragen. Das Rechenwerk wird gelöscht; das Vorzeichen des Rechenwerks wird auf Plus gesetzt.

Bei programmiertener Ergänzung wird außerdem die Stellung des Vorzeichens in den Merkspeicher übertragen.

L ... Transfer in Adresse ...
L# Transfer Vorzeichen in Merkspeicher
L#... Transfer Adresse ..., Vorzeichen in Merkspeicher

ADDIEREN UND TRANSFERIEREN C ...

Der Inhalt des in der Instruktion adressierten Kernspeicherplatzes bzw. externen Datenspeichers wird stellen- und vorzeichengerecht zum Inhalt des Rechenwerks addiert. Die Summe wird anschließend in den adressierten Datenspeicher transferiert, das Rechenwerk wird auf Null gesetzt. Ein bei der Addition eventuell erfolgter Übertrag (1×10^1) erscheint dann erst in der Stelle 10^{-4} des Rechenwerks; dadurch ist es möglich, auch Summen zu bilden, die mehr als 5 Stellen umfassen.

Mehrfache C-Operationen mit demselben Speicherplatz müssen mit einem positiven Wert beginnen, spätere negative Summanden sind nur insoweit zugelassen, als das Ergebnis positiv bleibt.

C ... Addieren von und Transferieren in Adresse ...

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

MULTIPLIZIEREN M ...
M# ...

Das Produkt aus dem im Rechenwerk stehenden Multiplikator und dem im adressierten Kernspeicherwort bzw. externen Datenspeicher befindlichen Multiplikanden steht mit seinen wesentlichen Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ im Rechenwerk, mit seinen unwesentlichen Stellen $10^{-5} \dots 10^{-8}$ rechtsbündig im Arbeitsspeicher B (Kernspeicherplatz 001).

Die Stelle 10^0 des Arbeitsspeichers B enthält die Produktstelle 10^{-4} . Das muß, falls mit den unwesentlichen Stellen weiterzurechnen ist, berücksichtigt werden.

Das Produkt darf dem Betrage nach nicht größer als 9.9999 werden.

Ist die Ergänzung programmiert, zählt der Instruktionszähler nach Verarbeitung einer Multiplikatorstelle um eine Einheit weiter zwecks Anwahl eines neuen Multiplikanden.

M ...
M# ...

Multiplizieren mit Adresse ...
Multiplizieren einer Multiplikatorstelle mit Adresse ...

DIVIDIEREN D ...
D# ...

Aus dem im Rechenwerk enthaltenen Dividenden und dem im adressierten Kernspeicherplatz bzw. externen Datenspeicher befindlichen Divisor wird der Quotient gebildet.

Der Quotient steht im Rechenwerk verfügbar, der Rest in den Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ des Arbeitsspeichers C (Kernspeicherplatz 000).

Der Quotient darf dem Betrage nach nicht größer als 9.9999 werden.

Ist die Ergänzung programmiert, zählt der Instruktionszähler nach Errechnen einer Quotientenstelle um eine Einheit weiter zwecks Anwahl eines neuen Divisors.

D ...
D# ...

Dividieren durch Adresse ...
Dividieren durch Adresse ... zur Errechnung einer Quotientenstelle

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 1

UNTERPROGRAMM-BEFEHLE V

Je nachdem, welche der Ziffern 0, 1, 6, 7, 8 oder 9 in der 1er-Adresse programmiert ist, wird das Unterprogramm beendet, der Haupt-Instruktionszähler vom Unterprogramm aus um 1 erhöht oder eines der 4 Unterprogramme aufgerufen.

V	Ø	Ende Unterprogramm
V	1	Erhöhen Haupt-Instruktionszähler um 1
V	6	Aufrufen Unterprogramm 6
V	7	Aufrufen Unterprogramm 7
V	8	Aufrufen Unterprogramm 8
V	9	Aufrufen Unterprogramm 9

SETZEN INDEX N
N#

Der Adresszähler (Indexregister) wird auf den im adressierten Speicherplatz enthaltenen Stand bzw. auf den angegebenen Festwert gesetzt.

N ...	Setzen Index auf Stand in Adresse ...
N# ...	Setzen Index auf Festwert ...

ERHOEHEN INDEX E
E#

Der Stand des Adresszählers (Indexregisters) wird um den im adressierten Speicherplatz enthaltenen Betrag bzw. um den angegebenen positiven Festwert erhöht.

E ...	Erhöhen Index um Betrag in Adresse ...
E# ...	Erhöhen Index um Festwert ...

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 1

VERZWEIGEN WENN NEGATIV W#

Das Programm verzweigt auf eine Instruktion, die der im Adreßteil angegebenen folgt, wenn das Vorzeichen des Rechenwerks negativ ist.

W#... Verzweigen auf Instruktion ... +1, wenn negativ

VERZWEIGEN WENN NULL O#

Das Programm verzweigt auf eine Instruktion, die der im Adreßteil angegebenen folgt, wenn der Inhalt des Rechenwerks dem Betrage nach Null ist.

O#... Verzweigen auf Instruktion ... +1, wenn Null

VERZWEIGEN F#

Das Programm verzweigt auf eine Instruktion, die der im Adreßteil angegebenen folgt.

F#... Verzweigen auf Instruktion ... +1

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

START-STOP-AUSGABE X

Ist eine Ausgabeeinrichtung für Registriergeräte (Konsolen F0, F2 oder F3) eingebaut, so kann der Inhalt des Rechenwerks in Registriergeräte ausgegeben werden, wobei das Ausgabe-Format in folgender Weise programmiert wird:

X . . .	Ausgabe in 1. Gerät (z.B. Schreibmaschine)
X # . .	Ausgabe in 2. Gerät (z.B. Streifenlocher)
X . Ø ..	ohne Vorzeichen
X . 1 ..	mit Vorzeichen
X . 2 ..	mit Umschaltung auf Schwarzdruck
X . 3 ..	mit Umschaltung auf Rotdruck
X . Ø .	5-stellige Ausgabe
X . 1 .	4-stellige Ausgabe, rechtsbündig
X . 2 .	3-stellige Ausgabe, rechtsbündig
X . 3 .	2-stellige Ausgabe, rechtsbündig
X . 4 .	1-stellige Ausgabe, rechtsbündig
X . 5 .	alle Stellen unterdrückt
X . . Ø	ohne Endzeichen
X . . 1	mit Endzeichen: Leerschritt (Zwischenraum)
X . . 2	Tabulator
X . . 3	Zeilenwechsel
X . . 4	Wagenrücklauf
X . . 5	Rückschritt
X . . 6	# (Doppelkreuz)
X . . 7	, (Komma)
X . . 8	\$ (Dollar)
X . . 9	. (Punkt)

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

START-STOP-EINGABE G

Ist eine Eingabeeinrichtung für serielle Geräte (Konsolen F0 oder F3) eingebaut, so kann ein Wert von außen in das Rechenwerk eingegeben werden, wobei das Eingabe-Format in folgender Weise programmiert wird:

G ...	Eingabe aus 1. Gerät (z.B. Schreibmaschine)
G#...	Eingabe aus 2. Gerät (z.B. Streifenleser)
G Ø..	ohne Vorzeichen
G 1..	mit Vorzeichen
G .Ø.	5-stellige Eingabe
G .1.	4-stellige Eingabe, rechtsbündig
G .2.	3-stellige Eingabe, rechtsbündig
G .3.	2-stellige Eingabe, rechtsbündig
G .4.	1-stellige Eingabe, rechtsbündig
G .5.	alle Stellen unterdrückt
G ..Ø	ohne Endzeichen
G ..1	mit Endzeichen "Zwischenraum"
G ..4	mit Endzeichen "Wagenrücklauf" (bei Streifenleser: Kanal 8 mit Prüfung auf Vorhandensein)

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

SCHALTBEFEHL Y	Y ...
	Y#
	Y#...
SCHALTBEFEHL Q	Q ...
SCHALTBEFEHL H	H ...

Der Rechner stoppt und erregt je nach programmiertem Befehl Y, Q oder H einen der drei Schaltbefehlausgänge; mit der in der Instruktion programmierten externen Adresse wird der jeweilige Empfänger angewählt.

Im Rechner kann für jeden der drei Befehle eine unterschiedliche Schaltzeit (1...3000 ms) installiert werden.

Ist bei Schaltbefehl Y zusätzlich die Ergänzung programmiert, so wird der Kernspeicher auf Null gesetzt.

Y ...	Schaltbefehl Y auf externe Adresse ...
Y#	Löschen Kernspeicher
Y#...	Schaltbefehl Y auf externe Adresse ... Löschen Kernspeicher
Q ...	Schaltbefehl Q auf externe Adresse ...
H ...	Schaltbefehl H auf externe Adresse ...

STOP MIT EXTERNER ADRESSE
Z ...

STOP MIT EXTERNER ADRESSE Z ...
END-STOP Z#

Der Programmablauf wird bei Erreichen eines Stopbefehls unterbrochen. Die in der Instruktion angegebene Adresse steht so lange an, bis der Rechner erneut gestartet wird.

Z ... Rechner-Stop mit Anwahl der externen Adresse ...

END-STOP
Z#

Das Programm-Ende ist durch einen End-Stop gekennzeichnet.
Beim Erreichen dieser Instruktion wird der Instruktionszähler auf Null gestellt, der Rechner stoppt im Zustand "Rechner Ruhe". Das wird durch Aufleuchten der grünen Lampe an der Rechner-Frontplatte angezeigt.

Z# End-Stop

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 0 / MINCAL 1

DRUCKEN AUF DIGITALDRUCKER R
R#

Der Inhalt des Rechenwerks einschließlich Überlaufstelle und Vorzeichen wird auf einem Digitaldrucker registriert.

Soweit der Digitaldrucker nicht anders ausgestattet ist, erfolgt die Ausgabe stets 6-stellig und mit Vorzeichen.

Wird eine 4 in der 1er-Adresse programmiert, so erfolgt nach dem Drucken Wagenrücklauf.

Die programmierte Rotdruckumschaltung (gekennzeichnet durch die Befehlsergänzung) ist für die Dauer des Druckbefehls wirksam.

R	Drucken auf Digitaldrucker
R 4	Drucken auf Digitaldrucker, Wagenrücklauf
R#	Drucken auf Digitaldrucker, mit Rotdruckumschaltung
R# 4	Drucken auf Digitaldrucker, mit Rotdruckumschaltung, Wagenrücklauf

MESSEN

| ...
| # ...

Das Rechenwerk wird auf Null, das Vorzeichen auf Plus gestellt. Der Programmablauf wird gestoppt, und die anstehende Meßspannung wird digitalisiert.

| ... Messen von Adresse ...
| # ... Messen von Adresse ... im empfindlichen Bereich