

M. Ballance
H. Tischer

MINCAL 3
SPEICHERPROGRAMMIERTER DIGITALRECHNER

ALLGEMEINE BESCHREIBUNG

ARBEITSWEISE
ANSCHLUESSE
BEDIENUNG
PROGRAMMIERUNG
PROGRAMMBEFEHLE

gültig für

MINCAL 3b
5.275:13.13

HEINRICH DIETZ INDUSTRIE-ELEKTRONIK
MUELHEIM/RUHR KOELNER STRASSE 115
TELEFON 48 85 41 TELEX 08 56770

Inhalt

		<u>Seite</u>
1. ARBEITSWEISE:	1.1 Eigenschaften	3
	1.2 Aufbau	3
	1.3 Funktionsgruppen	4
	1.4 Verarbeitungsoperationen	5
2. ANSCHLÜSSE:	2.1 Stromversorgung	5
	2.2 Steuerung	6
	2.3 Bedingungen	6
	2.4 Daten-Ein/Ausgang	7
	2.5 Adreßkanal	7
	2.6 Schaltbefehle	8
	2.7 Parallelausgang	8
	2.8 Schreibmaschine	8
	2.9 Lochstreifeneinheit	8
	2.10 Ausgabe in 3. und 4. Gerät	9
	2.11 Fernschreibausgang	9
	2.12 Digitaldrucker	9
	2.13 Analog-Ein/Ausgang	10
	2.14 Zähleingang	10
3. BEDIENUNG:	3.1 Rechner Einschalten	11
	3.2 Normaler Betrieb	11
	3.3 Verfolgen des Programmablaufs	11
	3.4 Langsamgang	12
	3.5 Nullstellung und Prüfanzeige	12
	3.6 Bedingungsschalter	12
	3.7 Testen externer Kreise	12
	3.8 Normalstellung Schreibmaschine	13
	3.9 Programmierbetrieb	13
4. PROGRAMMIERUNG:	4.1 Darstellung im Kernspeicher	16
	4.2 Instruktionen	16
	4.3 Numerische Werte	17
	4.4 Alphanumerischer Text	17
	4.5 Kernspeicher-Prüfbit	17
	4.6 Kernspeicher-Adressen	17
	4.7 Externe Adressen	18
	4.8 Adreßmodifikation	13
	4.9 Maskenauswahl	19
	4.10 Festwertoperation	19
	4.11 Numerische Verarbeitung	19
	4.12 Verzweigung	19
	4.13 Bedingungen	20
	4.14 Operationszeiten	20
5. PROGRAMMBEFEHLE:	(30 Blätter)	22

1. ARBEITSWEISE

1.1 Eigenschaften

Der Digitalrechner MINCAL 3 ist ein frei programmierbares Datenverarbeitungsgerät, das vor allem für die Aufnahme, Speicherung und Verarbeitung von Meßwerten, zur Ausgabe der verarbeiteten Daten sowie zur Steuerung von Arbeitsabläufen und Prozessen (on-line-Betrieb) geeignet ist. Außerdem kann man mit Hilfe des Rechners manuell oder über Lochstreifen eingegebene Daten (off-line) verarbeiten.

Die Verarbeitung der Daten erfolgt seriell, d.h. Stelle für Stelle; intern arbeitet der 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 der Rechner arbeitet, befindet sich im Kernspeicher; er wird durch Einlesen eines Lochstreifens geladen. Außer mit Programmbefehlen kann man den Kernspeicher mit Festwerten und Plätzen für Variable in beliebiger Kombination belegen. Die Speicherkapazität kann je nach Bedarf in Gruppen von 200 bis zu 1.600 Worten ausgebaut werden; jedes Wort umfaßt 5 Stellen zu je 6 bit.

Die bereits im Rechner enthaltenen Ein- und Ausgabemöglichkeiten, die Vielfalt der Programmbefehle und die bequeme Programmierbarkeit erschließen dem Digitalrechner MINCAL 3 ein breites Anwendungsgebiet.

1.2 Aufbau

Der Digitalrechner MINCAL 3 besteht aus einem Rechenkörper in Form eines 19"-Einschubs Größe M (540 mm hoch); er ist in einzelne Baugruppen gegliedert, die auseinandergeklappt werden können und außerdem steckbar mit dem Hauptteil verbunden sind (eine Kassette für den internen Taktablauf, die obere Frontplatte mit allen Bedienungs- und Anzeigeelementen für Programmierung und Überwachung, die untere Frontplatte mit den Steuerschaltungen für Schreibmaschine, Locher und Leser). Alle Baugruppen enthalten steckbare Bausteine mit volltransistorierten 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 Teleskopschienen befestigt ist; dort werden die teilweise stabilisierten Betriebsspannungen des Rechners erzeugt.

Zum Rechner gehört eine elektrische Eingabe-Ausgabe-Schreibmaschine (IBM 735 BCD), die zur Ausgabe von Klartext, zum Eingeben von Daten und als Programmiergerät dient. Die Schreibgeschwindigkeit beträgt 15 Zeichen/Sekunde; in einer Zeile finden max. 130 Zeichen Platz. Bei der Ausgabe können alle Ziffern, Buchstaben und Zeichen auf dem Kugelskopf verwendet werden.

Für die Programmierung wird außerdem eine Lochstreifeneinheit benötigt. Sie ist als 19"-Einschub Größe F (270 mm hoch) aufgebaut und enthält einen 8-Kanal-Streifenleser, einen 8-Kanal-Streifenlocher und die notwendigen, steckbaren Steuerschaltungen. Die Lese- bzw. Lochgeschwindigkeit beträgt ca. 20 Zeichen/Sekunde. Es werden 8-Kanal-Lochstreifen verwendet; der übliche BCD-Code wird zur Darstellung von 40 alphanumerischen Zeichen benutzt. Der Locher

kann auch zur Registrierung von erfaßten oder verarbeiteten Daten dienen, wobei dann eine zusätzliche Aufwickelvorrichtung vorgesehen wird. In diesem Fall kann die Ausgabe auf IBM-8-Kanal-Code umgeschaltet werden (andere Darstellung der 0, sonst identisch mit BCD-Code).

Der Digitalrechner MINCAL 3 wird in Pultform geliefert (Rechenkörper und Stromversorgung rechts, Lochstreifeneinheit links, Schreibmaschine auf der Tischplatte) oder zusammen mit anderen Einschüben in einem 19"-Schrank (Schreibmaschine getrennt).

1.3 Funktionsgruppen

Der Digitalrechner MINCAL 3 enthält eine Takteinheit, die von einem 80 kHz-Oszillator gespeist wird und mit Hilfe von Untersetzer- und Zählschaltungen und in Verbindung mit der verdrahteten Logik den Ablauf innerhalb einer Operation steuert.

Die einzelnen Operationen werden von einem Instruktionszähler abgezählt; er wählt die jeweiligen Instruktionsadressen im Kernspeicher an. Der Inhalt des Kernspeicherplatzes (die Instruktion, bestehend aus Befehl und Adresse) wird im Befehls- und im Adreßregister gespeichert; danach wird die programmierte Operation ausgeführt. Am Ende der Operation wird der Instruktionszähler um eine Einheit erhöht.

Alle Instruktionen des Programms sind in geordneter Reihenfolge im Kernspeicher enthalten. In dieser Folge läuft das Programm Operation für Operation ab; mit besonderen Verzweigungsbefehlen kann man jedoch Sprünge im Programmablauf erzielen.

Der Kernspeicher enthält einige Plätze mit festen Funktionen, nämlich 4 Indexregister zur Modifikation der programmierten Adressen und 2 Arbeitsspeicher; der allererste Platz soll zur Aufnahme der Programm-Nummer verwendet werden. Alle anderen Plätze kann man beliebig mit Instruktionen und Festwerten belegen oder als Variabelnspeicher verwenden.

Für die numerische Verarbeitung ist ein Rechenwerk mit 5 Stellen ($10^0 \dots 10^{-4}$), einer Überlaufstelle (10^1) und einem Vorzeichenspeicher vorgesehen. Um außer Zahlen auch alphanumerische Zeichen zwischenzuspeichern, ist das Rechenwerk um ein 5-stelliges Nebenregister ergänzt. Diese Register treten mit dem Kernspeicher und den peripheren Geräten über einen einstelligen Puffer (Hauptdekade und Nebenzähler) in Beziehung.

Schreibmaschine, Streifenleser und -locher werden von einer besonderen Ein-Ausgabe-Einheit im Rechner gesteuert; sie wird auf Wunsch so erweitert, daß Daten in ein Fernschreibsystem ausgegeben werden können.

Ein spezieller Ausgang für einen Digital-Streifendrucker als zweites Registriergerät ist stets im Rechner enthalten.

Auf Wunsch kann der Rechner einen Analogeingang enthalten, über den anstehende Meßwerte digitalisiert werden. Stattdessen oder zusätzlich ist ein Analogausgang möglich; er liefert einen dem Rechenwerksinhalt proportionalen Strom. Anstelle des Analogeingangs kann ein Eingang für Zählimpulse bereitgestellt werden.

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

1.4 Verarbeitungsoperationen

Die programmierbaren internen Verarbeitungsoperationen umfassen Vorgänge wie Vorzeichenbehandlung, Schiften, Übertragen vom Kernspeicher ins Rechenwerk und zurück, die 4 Grundrechnungsarten, Einstellen der Indexregister und Programmverzweigungen. Sie laufen stets mit konstanter, maximaler Geschwindigkeit ab.

Einige Befehle betreffen die Dateneingabe von Schreibmaschine und Leser sowie die Ausgabe in Schreibmaschine, Locher und eventuelle andere Registriergeräte. Hierbei ist die Geschwindigkeit dieser Geräte für den Ablauf maßgebend.

Schließlich ist eine Reihe von Operationen für die Aufnahme und Ausgabe von Daten aus bzw. zu externen Dateneinheiten, zur Aufnahme von Meßwerten 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.

Die einzelnen Programmbefehle sind am Schluß ausführlich behandelt.

Insgesamt erlaubt der Digitalrechner MINCAL 3 die Programmierung von 30 verschiedenen Grundbefehlen, die jedoch so vielfältig modifiziert werden können, daß sehr raumsparend programmiert werden kann.

Die Operationszeiten sind in 4.14 angegeben.

2. ANSCHLUESSE

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 Anschlußtafel hervor, die nicht Teil dieser Beschreibung ist.

2.1 Stromversorgung

Die Stromversorgung des MINCAL 3 ist an das Netz 3 x 380 V 50 Hz mit Nulleiter und Schutz-erde anzuschließen; die Leistungsaufnahme des Rechners beträgt ca. 400 VA. (Hinzu kommen für Schreibmaschine und Lochstreifeneinheit ca. 100 VA). Zulässige Spannungstoleranz jeder Phase gegen den Nulleiter 220 V $\pm 10\%$. Bei gleichmäßig zu hoher oder zu niedriger Netzspannung können die Transformatoranschlüsse auf $+10\%$ bzw. -10% Primärspannung verändert werden.

Ein mit dem Hauptschalter verbundener, besonders abgesicherter 220 V-Ausgang (für Schreibmaschine bzw. Lochstreifeneinheit) ist vorhanden.

Außerdem können an der Stromversorgung Betriebsspannungen für periphere Geräte in begrenztem Umfang entnommen 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 (es sei denn, der Schalter R auf der Frontplatte stehe auf EIN).

Durch ein externes Startpotential STAX wird der Rechner von außen gestartet, sowohl bei Programmanfang als auch bei jedem weiteren, eventuell im Programm vorgesehenen Stop. Es empfiehlt sich, das den Start auslösende Signal im ersteren Falle mit dem Potential RUHE, im anderen Falle mit einer zum Stopbefehl programmierten externen Adresse logisch zu verknüpfen (Und-Tor). Mit den Anschlüssen STAK und STAK kann ein Umschaltkontakt verbunden werden, der bei Betätigen 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 einschließlich Vorzeichen und Nebenregister sowie das 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 programmierter Endstop). Bei jeder allgemeinen Nullstellung (im Normalfall: bei Programmende) erscheint am Ausgang ANUL ein Potential von -5 V und 50 µs 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 Speicher- oder Lesefehler vorliegt und das Prüf-Flip-Flop erregt worden ist (s. hierzu 3.5).

2.3 Bedingungen

Bestimmte Befehle lassen sich bedingt programmieren. Die betreffende Operation läuft nur ab, wenn der zugehörige Bedingungsingang erregt ist (negatives Potential). Es sind 5 Eingänge VZE1...VZE5 für die Verzweigungsbefehle V, W, O und F vorgesehen (Vorwahl des Programmverlaufs bzw. bestimmter Routinen von außen), ferner 5 Eingänge EAET...EAE5 für die Ein/Ausgabe-Befehle X, P und G (bedingtes Schreiben, Lochen, Lesen, Ausgeben in Register usw.) sowie 5 Eingänge STET...STE5 für die Befehle Z, R und I (bedingte Stops und Endstops, bedingtes Drucken auf Digitaldrucker und bedingtes Messen).

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

2.4 Daten-Ein/Ausgang

Der Rechner MINCAL 3 tritt mit externen digitalen Datengebern und -empfängern meist stellen-
seriell 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 Informa-
tion im BCD-Code (1-2-4-8) angeboten wird. Daneben sind für dezimale Informationen die 9
Eingänge SDX1...SDX9 vorgesehen (ist kein Eingang erregt, so nimmt der Rechner eine 0 auf).
Außerdem ist ein Eingang SNX2 für negative Werte vorgesehen.

Es kann je Operation 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
 $10^0 \dots 10^{-4}$ 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 programmierter externer Adresse geöffnet;
ebenso bei den numerischen Verarbeitungsbefehlen J, A, S, C, U, 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...3 000 ms).

Für die Ausgabe des Rechenwerksinhalts in externe Speicherregister und dergleichen ist ein
BCD-Datenausgang mit den 4 Anschlüssen ZHX1, ZHX2, ZHX4, ZHX8 und ein Ausgang ZNX2 für nega-
tives 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 5fach-
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 µs Dauer (Ruhe-
potential -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 Im-
puls LOEX (1mal am Anfang der Wortzeit).

Der Stellenkanal arbeitet in der Reihenfolge TX0, TX1 ... TX4; er ist nur bei den oben
erwähnten Befehlen wirksam.

2.5 Adreßkanal

Zur Anwahl externer Adressen dienen 3 mal 10 Anschlüsse für die programmierte externe
1er-Adresse (MX00 ... MX09), 10er-Adresse (MX10 ... MX19) und 100er-Adresse (MX20 ... MX29).
Damit können 1.000 verschiedene externe Datengeber, Register, Schaltelemente, Startschaltun-
gen und Maßstellen vom Programm angewählt werden (logische Und-Verknüpfung mit 3 Adreßlei-
tungen).

Der Adreßausgang ist dezimal codiert. Er ist wirksam bei den in 2.4 genannten Befehlen in Verbindung mit einer programmierten Adresse, bei den Schaltbefehlen Y, Q und H, beim Stopbefehl Z, beim Meßbefehl I und bei der Ausgabe in ein Parallelregister (Befehl P).

2.6 Schaltbefehle

Es sind 3 Schaltbefehlsausgänge SBFY, SBFQ und SBFH vorgesehen; sie entsprechen den Programmbefehlen Y, Q und H und sind für die Dauer der Operation erregt. Für jeden der 3 Schaltbefehle kann eine bestimmte Zeitdauer im Bereich 1 ... 3 000 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. Außerdem ist die Überlaufstelle 10^1 (CC1 ... CC8) und das Vorzeichen des Rechenwerks (CNEG) herausgeführt.

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

Zur parallelen Übernahme des Rechenwerksinhalts in ein externes Register dient speziell der Befehl P. Der Rechner stoppt und erregt den Ausgang LADP; dieses Potential verschwindet nach Übernahme und Wiederstart von außen (STAX). Sind mehrere Parallelregister vorgesehen, so sind diese durch Adressen zu unterscheiden und entsprechend mit dem Adreßkanal zu verknüpfen.

2.8 Schreibmaschine

Für die Schreibmaschine ist ein speziell angepaßter Ein-Ausgabe-Kanal vorgesehen. Er gestattet das Schreiben aller Zeichen auf dem Kugelkopf sowie die Auslösung aller Funktionen (s. Teil "Programmierung"; Befehl X), ferner die Eingabe der Ziffern 0 ... 9, der Buchstaben A ... Z sowie von 4 Zeichen (+, -, &, /) über die Tastatur. Die Funktionstasten sind bei der Eingabe zwar mechanisch, jedoch nicht elektrisch wirksam.

Während des Programmablaufs ist die Tastatur gesperrt, außer dem Befehl zur Eingabe über die Schreibmaschine.

2.9 Lochstreifeneinheit

Die Lochstreifeneinheit ist über einen Ein- und Ausgabekanal mit je 8 Leitungen und einigen Leitungen zur Steuerung von Streifenleser und -locher an den Rechner angeschlossen. Es können 40 verschiedene Lochkombinationen gelesen bzw. gestanzt werden, die den 10 Ziffern 0 ... 9, den 26 Buchstaben A ... Z und 4 Zeichen des BCD-Alphabets entsprechen. Als Endzeichen sind Kanal 5 ("Zwischenraum") und Kanal 8 ("Zeilende") vorgesehen.

Wird eine Lochkombination mit gerader Bit-Anzahl (Codefehler) gelesen oder wird nach Programm "Zeilenende" erwartet, aber nicht gelesen (Stellenfehler), so wird das Prüf-Flip-Flop erregt, und der Rechner bleibt bei Operationsende stehen.

2.10 Ausgabe in 3. und 4. Gerät

Außer in Schreibmaschine und Streifenlocher können Daten auf Wunsch auch in 2 weitere (Registrier)-Geräte ausgegeben werden. Die Information wird an 8 Anschlüssen AKAN1 ... AKAN8 abgegriffen, die den 8 Bits des BCD-Codes (bzw. den 8 Spuren des 8-Kanal-Lochstreifens) entsprechen. Es sind die gleichen Zeichen bzw. Bitkombinationen möglich wie unter 2.9 beschrieben.

Der Ausgang AKAN1 ... AKAN8 ist bei jeder Ausgabe über Befehl X wirksam (auch in Schreibmaschine und Locher). Die Anwahl des 3. (bzw. 4.)Geräts (durch Programm) erfolgt über je eine Ansteuerleitung AG2 (bzw. AG3). Sobald diese erregt wird, kann das Registriergerät die 8-Kanal-Information übernehmen. Nach eingeleiteter Übernahme erhält der Rechner ein Rückmeldepotential RMA2 (bzw. RMA3), mit dessen Beginn AG2 (bzw. AG3) verschwindet. Das Ende der Rückmeldung RMA2 (bzw. RMA3) bedeutet, daß das Gerät das Zeichen registriert hat und zur Übernahme des nächsten bereit steht. (Im allgemeinen startet der Rechner unmittelbar danach und stellt gegebenenfalls das nächste Zeichen bereit, worauf sich das beschriebene Spiel wiederholt).

Bei diesem Start-Stop-Betrieb ist die Geschwindigkeit des Registriergeräts ohne Bedeutung. Die Rückmeldepotentiale RMA2 bzw. RMA3 sollen jedoch min. 50 µs lang sein; ihre Anstiegszeit darf höchstens 5 µs betragen.

2.11 Fernschreibausgang

Ist im MINCAL 3 ein Fernschreibausgang vorgesehen (als 3. Gerät programmiert), so entfallen die Anschlüsse AG2 und RMA2. Stattdessen wird die FS-Schleife angeschlossen (passiver Transistor-Schalter im Rechner). Der Schleifenstrom darf 40 mA betragen bei einer (externen) Betriebsspannung von 60 ... 120 V. Die Zeichengeschwindigkeit beträgt 50 oder 75 Bd (nach Wunsch); der Code (CCIT, ZSC2, ZSC3) wird nach Wunsch installiert. Außer den Ziffern 0 ... 9 können 9 gebräuchliche End- und Steuerzeichen bzw. Symbole gesendet werden (s. Teil "Programmierung"; Befehl X).

Bei ausgeschaltetem Rechner wird der Schalttransistor gesperrt und die Schleife unterbrochen; sie ist dann gegebenenfalls durch den Ruhekontakt eines externen Relais, das gleichzeitig abfällt, geschlossen zu halten.

2.12 Digitaldrucker

Es ist ein Ausgabekanal für einen Digital-Streifendrucker (Kienzle D11E 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 D11 SW) angeschlossen werden, wenn der Rücklauf des Springwagens entweder mechanisch programmiert oder durch einen externen Schaltkreis betätigt wird (z.B. von einem Schaltbefehl gesteuert).

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

2.13 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 angewählter 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 MOhm herabgesetzt werden, wenn äußere Umstände dies erfordern. Die Meßleitung ist abgeschirmt hereinzuführen; 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 Schutz Erde verbunden. Es empfiehlt sich jedoch, sie auf Schutz Erde 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 (Einstell-dauer "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 μ 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.

2.14 Zähleingang

Auf Wunsch kann (statt des Analogeingangs) ein Zähleingang mit erforderlichen Daten vorgesehen werden, der bei Befehl I für unbegrenzte Zeit (bis zu einem externen Start) wirksam ist. Die Zählfrequenz beträgt 0 ... 80 kHz.

3. BETIENUNG

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 MULLST betätigen; Lampe RUHE brennt; der Rechner ist betriebsbereit. Gegebenenfalls muß das Programm eingelesen werden. (s. 3.9.8).

Schreibmaschine und Lochstreifeneinheit liegen jetzt an Netzspannung, sind jedoch über zusätzliche Schalter einzuschalten. Locher und Leser nur dann einschalten, wenn sie gebraucht werden.

3.2 Normaler Betrieb

Der Rechner ist für die Durchführung des gespeicherten Programms bereit, wenn alle Tasten und Schalter in Mittelstellung sind. Die Stellung der Dekadenschalter ist dabei ohne Bedeutung.

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 Programmblaufs

Eine Reihe von Bedienelementen dient dazu, den Ablauf eines Programms in Einzelschritten zu verfolgen.

Mit der grünen Taste START wird der Impulstakt gestartet. Sie ist nur dann stets wirksam, wenn der Schalter R auf EIN steht; in Mittelstellung von R kann der Start von außerhalb verhindert sein (s. 2.2). In Stellung R-AUS ist START stets unwirksam.

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 10P gedrückt, so kann der Programm-Ablauf Operation für Operation verfolgt werden. Nach Betätigen der START-Taste wird eine Operation durchlaufen, und der Rechner stoppt mit Beginn der nächsten. Die 3 Ringanzeigen ADRESSE zeigen v.l.n.r. die 100er-, 10er- und 1er-Instruktionsnummer der beginnenden Operation an; die 1000er-Instruktion wird an der 2-bit-Anzeige unter der 2. Ringanzeige (von links) abgelesen (rechts: 1, links: 2). Die 1. bzw. 2. Ringanzeige (von links) zeigen den BEFEHL (Hauptbits) bzw. die Befehlsergänzung und die 2-bit-Anzeige den BEFEHL (Nebenbits) an, die zur vorigen Operation gehören. Bei Betätigen der weißen Taste rechts auf Stellung ADR wird statt der Instruktion die Stellung des Adreßregisters angezeigt, so wie es nach Ausführen der vergangenen Operation steht.

Stellt man den erwähnten Schalter auf 1INS (statt auf 10P), so bleibt der Rechner nach Abfragen der jeweiligen Instruktion stehen, jedoch noch vor Ausführen der Operation. Die angezeigte Instruktions-Nummer gehört zum angezeigten Befehl und der (durch Taste ADR sichtbar zu machenden) Adresse. Diese Stellung ist vorteilhaft für die Beobachtung der abgefragten Instruktion, insbesondere bei solchen Operationen, die den Instruktionszähler- bzw. Adreßregister-Inhalt verändern.

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 sowie an den 5 2-bit-Anzeigen darunter die zugeordneten Stellen des Nebenregisters abgelesen werden (rechts jeweils Nebenbit 1, links 2). Stoppt der Rechner im Verlaufe einer Operation, so wird unter Umständen der Adreßregister-Inhalt angezeigt; durch Betätigen der weißen Taste rechts auf INS kann der Instruktionszähler-Stand sichtbar gemacht werden.

3.4 Langsamgang

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, Anstiegszeit max. 5 μ s, Frequenz 0 ... 80 kHz).

3.5 Nullstellung und Prüfanzeige

Mit der weißen Nullstelltaste ALLG wird die allgemeine Nullstellung ausgelöst; alle Schalungen gehen in die Ausgangsstellung; die Lampe RÜNE leuchtet auf. Rechenwerk, Prüf-Flip-Flop (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 oder 1INS!).

Die weiße Taste WERK stellt (nach unten) Rechenwerk, Vorzeichen und Nebenregister auf Null.

Die weiße Taste PRÜF bewirkt Nullstellen des Prüf-Flip-Flops und Erlöschen der damit gekoppelten roten Lampe PRÜF. Das Prüf-Flip-Flop schaltet bei Code- und Stellenfehler während des Streifenlesens (s. 2.9) oder bei Kernspeicher-Prüfbitfehler (s. 4.5) ein. Bei Ende der fehlerhaften Operation stoppt der Rechner.

Wird die Taste PRÜF nach oben eingerastet, so erfolgt keinerlei Prüfung.

Durch Einrasten der Taste WERK nach oben kann die Kernspeicher-Prüfbiterzeugung unterbunden werden (nur für spezielle Kernspeicher-Tests).

3.6 Bedingungsschalter

Die 3 mal 5 Bedingungsschalter für VERZWEIGUNG, EIN/AUSGABE und STOP haben die gleiche Funktion wie die in 2.3 genannten Bedingungsingänge. Betätigen bedeutet Erfüllen der Bedingung zwecks Ausführung der betreffenden Operation.

3.7 Testen externer Kreise

Wird der Schalter A nach oben geschaltet, so erfolgt (bei eingebautem Analogeingang) wiederholte Digitalisierung und Anzeige eines anstehenden Meßwerts. Nach unten betätigt, bewirkt Schalter A das gleiche, jedoch im empfindlicheren Meßbereich (falls vorgesehen). Dabei kann die Meßstelle bzw. deren Adresse am Dekadenschalter ADRESSE vorgewählt werden, wenn man außerdem den Schalter SCH betätigt (s. auch 2.13).

Man kann externe Datengeber bzw. -empfänger testen, indem man die Programmier-Betriebsart "Einzelplatz lesen" (s. 3.9.4) benutzt und am Dekadenschalter die externe Adresse (3...) einstellt. Der Inhalt des externen Gebers wird angezeigt. Zum Testen des Transfers nach außen ist außerdem der Schalter NSR zu betätigen.

Zum Prüfen bestimmter Funktionen, insbesondere externer Adressen, kann man eine kurze Testschleife programmieren, die aus der interessierenden Operation und einem Rückverzweigungsbefehl besteht. Wird der Schalter SCH betätigt, so ist der Dekadenschalter ADRESSE statt des Adreßregisters adreßgebend (nicht wirksam bei Verzweigung und Indexregister-Einstellung).

3.8 Normalstellung Schreibmaschine

Ist durch irgendeinen Umstand die Schreibmaschine in Großschreibung oder Rotdruck verriegelt, so kann sie durch eine Drucktaste, die nach Öffnen der unteren Frontplatte unterhalb der Baustein-Konsole zugänglich ist, wieder in Normalstellung (Normalzeichen, Schwarzdruck) gebracht werden.

3.9 Programmierbetrieb

Die 3 Schalter PROGRAMMIERUNG dienen zur Vorwahl der verschiedenen Programmier-Betriebsarten. Der linke Schalter wird entweder auf EINZ oder auf GES gestellt, je nachdem, ob z.B. ein einzelnes Wort im Kernspeicher geändert werden oder eine Gesamteingabe aller Plätze erfolgen soll.

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

Vor Beginn des Programmierbetriebs bzw. bei Übergang auf eine neue Betriebsart ist die Nullstelltaste ALLG zu betätigen. Der Schalter R soll stets auf EIN stehen. Bei Betrieb mit Leser oder Locher sind vorher die entsprechenden Netzschalter in der Lochstreifeneinheit einzulegen.

Bei GES, insbesondere bei Ausdrucken oder Ablochen des Programms, kann die Anzahl der gedruckten bzw. gelochten Instruktionen durch Adreßstop begrenzt werden; dazu wird der Schalter AST betätigt und die erste nicht mehr erwünschte Adresse am Dekadenschalter eingestellt, bei deren Erreichen der Ablauf anhält.

Die Datenübertragung erfolgt beim Programmierbetrieb stets alphanumerisch; dies ist insbesondere bei Instruktionen erwünscht, wo die erste Stelle stets und die zweite meist Buchstaben bzw. Zeichen enthält. Die restlichen 3 Stellen sind numerisch, jedoch wird die letzte Stelle unter Umständen automatisch durch ein Prüfbit (Nebenbit 1) ergänzt und dadurch verändert. Es empfiehlt sich daher, beim Ausdrucken auf der Schreibmaschine zusätzlich den Schalter NUM zu betätigen; die letzte Stelle wird dann stets numerisch gedruckt. (Auf die interne Prüfbitерzeugung und Prüfung ist dies ohne Einfluß).

Folgende Programmier-Betriebsarten kommen praktisch vor:

3.9.1 Eingabe testen

Programmierschalter: EINZ - SCHREIBM - SCHREIBM
START

5 Zeichen und einen Punkt eintasten

Schreibmaschine druckt die 5 Zeichen aus.

3.9.2 Einzelplatz einschreiben

Programmierschalter: EINZ - SCHREIBM - KS

Dekadenschalter: Adresse wählen

START

5 Zeichen und einen Punkt eintasten

(Kann beliebig oft wiederholt werden, für den gleichen Platz oder eine neue gewählte Adresse, ohne Nullstellung und Start dazwischen).

3.9.3 Einzelplatz ausdrucken

Programmierschalter: EINZ - KS - SCHREIBM

Dekadenschalter: Adresse wählen

Schalter 10P

(Schalter NUM)

START (2mal)

Schreibmaschine druckt Inhalt 5-stellig aus.

3.9.4 Einzelplatz anzeigen

Programmierschalter: EINZ - KS - KS

Dekadenschalter: Adresse wählen

Schalter 10P

START

Anzeige Rechenwerk und Nebenregister macht den Inhalt sichtbar.

3.9.5 Programm einschreiben

Programmierschalter: GES - SCHREIBM - KS

START

ein 5-stelliges Wort nach dem anderen eintasten, nach jedem Wort einen Punkt als Endzeichen eingeben, nach je 10 Worten zusätzlich Schreibkopfrücklauf.

3.9.6 Programm ausdrucken

Programmierschalter: GES - KS - SCHREIBM

(Dekadenschalter auf Stopadresse, Schalter AST)

(Schalter NUM)

START

Schreibmaschine druckt ein 5-stelliges Wort nach dem anderen aus in Zeilen zu je 10 Worten, zwischen den Worten je 1 Zwischenraum.

3.9.7 Programm auslöchen

Programmierschalter: GES - KS - LOCH

(Dekadenschalter auf Stopadresse, Schalter AST)

Locher: Taste TRA betätigen für 20 cm Transportlöschung

Taste ZUF betätigen für 10 cm Zuführlöschung

START

Locher locht ein 5-stelliges Wort nach dem anderen aus; zwischen den Worten je 1 Zwischenraum-Zeichen (Kanal 5); nach jedem 10. Wort stattdessen 1 Zeilenende-Zeichen (Kanal 8).

Locher: Taste TRA betätigen für 20 cm Transportlochung.

3.9.8 Programm einlesen

Programmierschalter: GES - LES - KS

Leser: Lochstreifen im Bereich der Transportlochung einlegen, Kanal 8 nach vorn, Kopf nach rechts

START

Leser macht 1 Schritt

Leser: Taste TRA betätigen, bis Zufuhrloch-Bereich über Lesestation, dann loslassen.

Leser führt Streifen weiter zu, liest vom ersten Zeichen nach der Zufuhrlochung an alle Worte ein und hält beim Transportloch-Bereich am Ende an.

3.9.9 Lochstreifen ausdrucken

Programmierschalter: GES - LES - SCHREIBN
(Schalter NUM)

Leser: Lochstreifen einlegen (wie 3.9.8)

START

Leser macht 1 Schritt

Leser: mit Taste TRA weitertransportieren (wie 3.9.8)

Ein Wort nach dem anderen wird gelesen und auf der Schreibmaschine gedruckt; Druckbild wie bei 3.9.6.

Anhalten am Streifenende wie bei 3.9.8.

3.9.10 Lochstreifen duplizieren

Programmierschalter: GES - LES - LOCH

Leser: Lochstreifen einlegen (wie 3.9.8)

Locher: Streifenanfang herstellen (wie 3.9.7)

START

Leser macht 1 Schritt

Leser: mit Taste TRA weitertransportieren (wie 3.9.8)

Ein Wort nach dem anderen wird gelesen und gelocht; Lochbild wie bei 3.9.7.

Anhalten am Streifenende wie bei 3.9.8.

Streifenende herstellen wie bei 3.9.7.

3.9.11 Lochstreifen manuell erstellen

Programmierschalter: GES - SCHREIBN - LOCH

Locher: Streifenanfang herstellen (wie bei 3.9.7)

START

5-stellige Worte mit Punkt als Endzeichen eingeben (wie bei 3.9.5); Locher locht jedes Wort nach Eingabe aus, Lochbild wie bei 3.9.7.

Streifenende herstellen wie bei 3.9.7.

3.9.12 Speicher mit Testwort laden

Zunächst Testwort 5-stellig eingeben nach 3.9.1 (jedoch ohne Punkt; Testwort bleibt in Rechenwerk und Nebenregister).

Taste ALLG betätigen (nicht Taste WERK!)

dann:

Programmierschalter: GES - KS - KS

Schalter NBR ("Nicht bringen")

(Dekadenschalter auf Adreßstop, Schalter AST)

START

Alle Speicherplätze werden mit dem Testwort geladen.

4. PROGRAMMIERUNG

4.1 Darstellung im Kernspeicher

Jeder Kernspeicherplatz kann 5 alphanumerische Zeichen (ein "Wort") aufnehmen; jedes Zeichen wird durch 6 Bit dargestellt, die in 4 Hauptbits und 2 Nebenbits unterteilt sind. Aus BCD-Kombinationen der Hauptbits allein ergeben sich die 10 Ziffern 0 ... 9; in Verbindung mit den Nebenbits werden 30 Zeichen und Buchstaben gebildet. Das BCD-Alphabet lautet:

kein Nebenbit:	Ø	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nebenbit 1:	5	/	S	T	U	V	W	X	Y	Z
Nebenbit 2:	-	J	K	L	M	N	O	P	Q	R
Nebenbit 1 und 2:	&	A	B	C	D	E	F	G	H	I

Der Kernspeicher kann grundsätzlich drei verschiedene Arten von Informationen enthalten:

Instruktionen,	z.B.:	BX4Ø7
numerische Werte,	z.B.:	12345
alphabetischen Text, z.B.:		STAND

4.2 Instruktionen

Eine Instruktion (Befehlswort) enthält alle Angaben für den Ablauf jeweils einer Operation und ist wie folgt zusammengesetzt:

1. Stelle:	Befehl	(Buchstabe)
2. Stelle:	Ergänzung	(Ziffer oder Buchstabe)
3. Stelle:	100er-Adresse	(Ziffer)
4. Stelle:	10er-Adresse	(Ziffer)
5. Stelle:	1er-Adresse	(Ziffer)

Gemäß den 3 unteren Reihen des BCD-Alphabets sind 30 verschiedene Befehle möglich; sie entsprechen 30 Grundoperationen. Die Ergänzungsstelle gibt mit ihrem numerischen Anteil (Hauptbits) ergänzende Hinweise zum Befehl (z.B. Maskenauswahl, Bedingung, Indexregister, Wiederholung); ihre Nebenbits entsprechen der 1000er-Adresse.

Die 3 restlichen, stets numerischen Stellen geben in Verbindung mit den Nebenbits der Ergänzungsstelle im allgemeinen die Adresse an; bei einigen Befehlen haben sie jedoch andere Bedeutungen (Indexregister-Einstellung, Ein/Ausgabeformat). Die 4 Stellen nach dem Befehl können jedoch auch einen numerischen Festwert bedeuten (s. 4.10).

Die 30 Programmbefehle sind mit ihren verschiedenen Variationen auf den anschließenden Blättern ausführlich erklärt.

4.3 Numerische Werte

Ein positiver numerischer Wert wird durch 5 Ziffern (nur Hauptbits) dargestellt in der Reihenfolge $10^0 \dots 10^{-4}$.

Negative Zahlen sind durch ein Nebenbit 2 in der Stelle 10^0 ergänzt; sie wird dadurch alphanumerisch.

4.4 Alphabetischer Text

Ein alphanumerisches Wort wird durch eine Kombination von 5 Ziffern, Zeichen und Buchstaben gebildet; der spezielle Befehl K bringt das Wort bit-getreu in Rechenwerk und Nebenregister.

Wegen des Prüfbits (s. 4.5) ist jedoch nicht jede Kombination erlaubt, Worte mit einer geraden Gesamt-Bitzahl werden verändert; in solchen Fällen hilft man sich durch Aufteilen in 2 Worte.

4.5 Kernspeicher-Prüfbit

Beim Einschreiben in den Kernspeicher wird jedes Wort durch Hinzufügen oder Weglassen des Nebenbits 1 in der letzten Stelle (10^{-4}) so ergänzt, daß die Summe der Bits in allen Stellen ungerade ist. Beim Lesen eines Wortes wird geprüft, ob die Bit-Summe ungerade ist. Im Falle eines Fehlers wird das Prüf-Flip-Flop erregt, und der Rechner bleibt bei Operationsende stehen.

Das Prüfbit wird automatisch erzeugt; beim Eingeben von Programmbefehlen und Daten braucht man darauf keine Rücksicht zu nehmen.

4.6 Kernspeicher-Adressen

Der Kernspeicher des HINCAL 3 enthält maximal 1600 Plätze, die mit 1000 ... 2599 numeriert sind. Einige davon haben besondere Funktionen:

1000	Programm-Nr.
1004	Arbeitsspeicher C
1005	Arbeitsspeicher B
1006	Indexregister 6
1007	Indexregister 7
1008	Indexregister 8
1009	Indexregister 9

Der Platz 1000 ist für die Programm-Nr. vorgesehen (4-stellig, 1. Stelle stets 0). Jeder Programmablauf beginnt mit der Abfrage der Instruktion in Platz 1001. Die Instruktionen eines Programms werden in der Reihenfolge der Plätze abgefragt; durch Verzweigungsbefehl (s. 4.12) können jedoch Sprünge durchgeführt werden. Spätestens in Platz 1003 soll ein Verzweigungsbefehl stehen, damit das Programm die Plätze 1004 bis 1009 nicht durchläuft.

Die Plätze 1004 und 1005 sind interne Arbeitsspeicher. Ihr Inhalt ist nach Multiplikationen bzw. Divisionen unter Umständen von Interesse. Dabei muß jedoch berücksichtigt werden, daß der Platz C (1004) durch anschließendes Schiften, Addieren, Subtrahieren und Verzweigen wieder verändert wird.

Zu den Indexregistern s. 4.8.

Alle übrigen Plätze des Speichers können beliebig verwendet werden.

4.7 Externe Adressen

Vom MINCAL 3 aus kann man über einen 3-stelligen, dezimalen Kanal 1000 verschiedene externe Adressen anwählen (s. 2.5). Bei numerischen Bring- und Transferbefehlen (B, T und L) werden in den 3 letzten Stellen der Instruktion die entsprechende Adresse (000 ... 999) sowie in der Ergänzungsstelle beide Nebenbits programmiert (ebenso bei den numerischen Verarbeitungsbefehlen J, A, S, D, U, M und D; aus Gründen der Verarbeitungszeit jedoch nicht zu empfehlen und bei den einzelnen Programmbefehlen durch g gekennzeichnet).

Bei Befehlen, die sich ausschließlich auf externe Schaltungen beziehen (P, Y, Q, H, Z und I), wird deren Adresse nur durch die 3 letzten Stellen der Instruktion bestimmt.

4.8 Adreßmodifikation

Bei einer Reihe von Befehlen kann die Adresse durch eines der 4 Indexregister verändert werden, indem dessen Inhalt vor Ausführen der Operation zur programmierten Adresse hinzuaddiert wird. Die Nummer des Indexregisters (6, 7, 8 oder 9) wird hierzu in der Ergänzungsstelle der Instruktion angegeben.

Die Modifikation bezieht sich

bei den Befehlen J, A S, U, B, T, L, C, M und D	auf den (internen oder externen) Operanden
bei den Befehlen V, W, O und F	auf die Verzweigungsadresse
bei den Befehlen P, Y, Q, H, Z und I	auf die externe Adresse.

Die Indexregister können über spezielle Befehle N bzw. E gesetzt bzw. erhöht werden; der Betrag ist in den Adreßstellen einzusetzen. Ein Indexstand über 1000 ist durch ein Nebenbit 1 in der Stelle 10^{-1} gekennzeichnet.

4.9 Maskenauswahl

Bei Bring- und Transferbefehlen ist der Zugriff zu jeder einzelnen Stelle eines Wortes möglich; die anderen Stellen werden davon nicht betroffen bzw. bleiben unverändert. Die interessierende Stelle ($10^0 \dots 10^{-4}$) des adressierten Speicherworts wird ausgewählt, indem man eine der Ziffern 1 ... 5 in der Befehlsergänzung programmiert.

Diese ausgewählte Stelle wird bei Bringbefehlen (B und K) in die letzte Stelle (10^{-4}) des Rechenwerks (bzw. Nebenregisters) gebracht. Umgekehrt wird beim Transfer (Befehle T und L) die letzte Stelle des Rechenwerks (bzw. Nebenregisters) in die ausgewählte Speicherstelle übertragen.

Maskenauswahl und Adreßmodifikation schließen sich gegenseitig aus.

4.10 Festwertoperation

Ist bei numerischen Bring- und Verarbeitungsbefehlen (J, A, S, B, U, M und D) die Ergänzungsstelle rein numerisch (d.h., keine 1000er-Adresse durch Nebenbits angegeben), so werden diese Stelle und die folgenden 3 Adreßstellen als Operand verarbeitet. Auf diese Weise kann man in einer solchen Instruktion positive Festwerte im Bereich 0.0000 bis 0.9999 angeben.

4.11 Numerische Verarbeitung

Bei Addition und Subtraktion, Multiplikation und Division gelten die üblichen Vorzeichenregeln. Beim Addieren eines positiven zu einem gleich großen negativen Wert erscheint als 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 99.9999 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 Rechtsschichten in den Bereich der Stellen $10^0 \dots 10^{-4}$ des Rechenwerks gebracht 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 1005) 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 1004).

4.12 Verzweigung

Bei Verzweigungsbefehlen (V, W, O und F) wird im Adreßteil die um 1 verminderte Adresse der Instruktion programmiert, die als nächste folgen soll.

Der Befehl V (Verzweigen in Unterprogramm) unterscheidet sich von den gewöhnlichen Verzweigungsbefehlen dadurch, daß der augenblickliche Stand des Instruktionszählers ("Rückkehradresse") in dem durch die Adresse angegebenen Platz gespeichert wird (1. Unterprogramminstruktion; in diesem Platz ist $F\overline{0}\overline{0}\overline{0}\overline{0}$ zu programmieren). Die zweite Instruktion des Unterprogramms steht im folgenden Platz. Am Ende des Unterprogramms soll auf den Platz mit der gespeicherten Rückkehradresse verzweigt werden, von wo aus wieder zum Hauptprogramm verzweigt wird (zur Instruktion nach dem V-Befehl).

Man kann beliebig viele Unterprogramme (auch innerhalb von Unterprogrammen) vorsehen. Endstops und direkte Rückverzweigungen ins Hauptprogramm ohne den Umweg über die Rückkehradressen sind in Unterprogrammen ohne weiteres möglich.

4.13 Bedingungen

Bestimmte Operationen können mit Bedingung programmiert werden; sie finden nur statt, wenn der betreffende Bedingungsingang erregt oder der zugehörige Schalter betätigt ist (s. 2.3 und 3.7). Andernfalls wird die Operation übersprungen und sofort die nächstfolgende ausgeführt. Die betreffende Bedingung wird durch Ziffern 1 ... 5 in der Ergänzung programmiert.

Bedingung und Adreßmodifikation schließen sich gegenseitig aus.

4.14 Operationszeiten

\pm	Vorzeichen plus	1
-	Vorzeichen minus	1
$\&$	Vorzeichen wechseln	1
/	Schiften	3 + WIED
J	Addieren verschoben	2 + ADMO + NULL
A	Addieren	2 + ADMO + NULL
S	Subtrahieren	2 + ADMO + NULL
K	Bringen alphanumerisch	2 + ADMO
B	Bringen numerisch	2 + ADMO *
T	Transfer	2 + ADMO *
L	Transfer löschend	2 + ADMO *
C	Ad'ieren - Transfer	3 + ADMO
U	Multiplizieren verschoben	25 ... 66
M	Multiplizieren	25 ... 66
D	Dividieren	26 ... 67
V	Verzweigen in Unterprogramm	4 + ADMO
N	Setzen Indexregister	2

E	Erhöhen Indexregister	3
W	Verzweigen, wenn negativ	3 + ADMO
O	Verzweigen, wenn Null	3 + ADMO
F	Verzweigen	3 + ADMO
X	Start-Stop-Ausgabe	65 je gedrucktes Zeichen 50 je gelochtes Zeichen 150 je Fernschreibzeichen (50 Bd)
P	Ausgabe in Register	1 + Übernahmezeit
G	Start-Stop-Eingabe	50 je gelesenes Zeichen
Y	Schaltbefehl Y	1 ... 3000
Q	Schaltbefehl Q	1 ... 3000
H	Schaltbefehl H	1 ... 3000
Z	Stop	1 + Stopzeit
R	Digitaldrucker	ca. 300
I	Messen	ca. 100

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

ADMO = bei Adreßmodifikation + 1 ms

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

WIED = je Wiederholung + 2 ms

* bei externen Adressen längere Zeit.

5. PROGRAMMBEFEHLE

Die folgenden Blätter enthalten alle möglichen Befehle, die der Digitalrechner MINCAL 3 ausführen kann; sie sind in den möglichen Kombinationen mit der Befehlsergänzung (*) angegeben und nach dem BCD-Alphabet geordnet.

Wo Punkte stehen, ist die Adresse bzw. der Festwert numerisch einzusetzen; bei den Befehlen X und G jedoch die Formatangaben, usw.

Z.B. bedeutet:

B1234	"Bringe + 0.1234 ins Rechenwerk"
Fb705	"Verzweige nach 1706"
X0221	"Drucke alphanumerisch 3-stellig - mit Zwischenraum als Endzeichen - aus"

Mit g bezeichnete Instruktionen sind zwar durchführbar, aber entweder aus Zeitgründen nicht zu empfehlen oder i.a. von geringem praktischem Wert.

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

VORZEICHEN PLUS	50000
VORZEICHEN MINUS	-0000
VORZEICHEN WECHSELN	&0000

VORZEICHEN PLUS
50000

Das Vorzeichen des Rechenwerks wird auf Plus gesetzt

VORZEICHEN MINUS
-0000

Das Vorzeichen des Rechenwerks wird auf Minus gesetzt

VORZEICHEN WECHSELN
&0000

Das Vorzeichen des Rechenwerks wird in sein Gegenteil verkehrt

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

SCHIFTEN

/*000

SCHIFTEN RECHTS SCHIFTEN LINKS

Der Inhalt des Rechenwerks wird nach Angabe der Stelle 10^{-1} der Instruktion um eine oder mehrere Stellen 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 löschendem Transferieren. Nachfolgende Addition, Subtraktion oder Division ist mit Einschränkung möglich, wenn die Überlaufstelle eine geltende Ziffer enthält.

/0000	Rechenwerk 1 Stelle links schiften
/9000	2
/8000	3
/7000	4
/6000	5

/5000	Rechenwerk 1 Stelle rechts schiften
/4000	2
/3000	3
/2000	4
/1000	5

SCHIFTEN NEBENREGISTERINHALT INS RECHENWERK

/C000

Mit diesem Befehl wird der Inhalt des Nebenregisters stellengerecht ins Rechenwerk übertragen und das Nebenregister gelöscht.

SCHIFTEN RECHENWERKINHALT INS NEBENREGISTER

/N000

Diese Operation ermöglicht ein stellengerechtes Übertragen des Rechenwerkinhalts ins Nebenregister; dabei sind im Rechenwerk nur Zahlen zugelassen, welche die Ziffern 0, 1, 2 oder 3 enthalten.

/C000	SCHIFTEN INS RECHENWERK	NEBENREGISTER	RECHENWERK
/N000	SCHIFTEN INS NEBENREGISTER	N1 N2	ZIFFER

-	-	0
*	-	1
-	*	2
*	*	3

* NEBENBIT IST ERREGT
- NEBENBIT IST NICHT ERREGT

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

ADDIEREN VERSCHOBEN J*...

Der Inhalt des in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion angegebenen positiven Festwerte bzw. der Inhalt des in der Instruktion adressierten Datenspeichers (Kernspeicher oder externer Datenspeicher) werden vorzeichengerecht zum Inhalt des Rechenwerks, Stellen 10^1 - 10^{-3} , addiert).

Bei Festwertoperationen können nur positive Werte vorgegeben werden.

Die Addition darf jedoch nicht durch Null gehen (Vorzeichenwechsel).

J0...	
J1...	
J2...	
J3...	
J4...	Festwerte 0.0000 bis 0.9999
J5...	
J6...	
J7...	
J8...	
J9...	
J5...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
JW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
JX...	Indexregister 7
JY...	Indexregister 8
JZ...	Indexregister 9
J-	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
JO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
JP...	Indexregister 7
JQ...	Indexregister 8
JR...	Indexregister 9
□ JA...	Externe Adressen
□ JF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
□ JG...	Indexregister 7
□ JH...	Indexregister 8
□ JI...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

ADDIEREN

A*...

Der Inhalt der in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion angegebene positive Festwert bzw. der Inhalt des in der Instruktion adressierten Kernspeicherplatzes oder des externen Datenspeichers wird stellen- und vorzeichengerecht zum Rechenwerksinhalt addiert.

A0...	
A1...	
A2...	
A3...	
A4...	Festwerte 0.0000 bis 0.9999
A5...	
A6...	
A7...	
A8...	
A9...	
AB...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
AW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
AX...	Indexregister 7
AY...	Indexregister 8
AZ...	Indexregister 9
A-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
AO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
AP...	Indexregister 7
AQ...	Indexregister 8
AR...	Indexregister 9
▣ A8...	Externe Adressen
▣ AF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
▣ AG...	Indexregister 7
▣ AH...	Indexregister 8
▣ AI...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

SUBTRAHIEREN

S*...

Der Inhalt des in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion angegebenen positiven Festwerts bzw. der Inhalt des im Subtraktionsbefehl adressierten Kernspeicherplatzes oder des externen Datenspeichers wird stellen- und vorzeichengerecht vom Rechenwerksinhalt abgezogen.

Bei Festwertoperationen können nur positive Werte angegeben werden.

S0...
S1...
S2...
S3...
S4...
S5...
S6...
S7...
S8...
S9...

Festwerte 0.0000 bis 0.9999

SE... Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers

SW... Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
SX... Indexregister 7
SY... Indexregister 8
SZ... Indexregister 9

S-... Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers

SO... Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
SP... Indexregister 7
SQ... Indexregister 8
SR... Indexregister 9

□ S&... Externe Adressen

□ SF... Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
□ SG... Indexregister 7
□ SH... Indexregister 8
□ SI... Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

BRINGEN ALPHANUMERISCH

K*...

Der numerische Teil (Hauptbits) des in der Instruktion adressierten Kernspeicherwortes wird stellengerecht ins Rechenwerk, der alphanumerische Teil (Nebenbits) ins Nebenregister übertragen und das Vorzeichen des Rechenwerks auf Plus gesetzt.

Kb...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
K/...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
KS...	Maskenauswahl der Stelle 2
KT...	Maskenauswahl der Stelle 3
KU...	Maskenauswahl der Stelle 4
KV...	Maskenauswahl der Stelle 5
KW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
KX...	Indexregister 7
KY...	Indexregister 8
KZ...	Indexregister 9
K-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
KJ...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
KK...	Maskenauswahl der Stelle 2
KL...	Maskenauswahl der Stelle 3
KM...	Maskenauswahl der Stelle 4
KN...	Maskenauswahl der Stelle 5
KO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
KP...	Indexregister 7
KQ...	Indexregister 8
KR...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

BRINGEN NUMERISCH

B*...

Der in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion angegebene positive Festwert bzw. der Inhalt des in der Instruktion adressierten Kernspeicherwortes oder des externen Datenspeichers wird stellen- und vorzeichengerecht ins Rechenwerk übertragen.

Bei Festwertoperationen können nur positive Werte vorgegeben werden.

B0...	
B1...	
B2...	
B3...	
B4...	Festwerte 0.0000 bis 0.9999
B5...	
B6...	
B7...	
B8...	
B9...	
Bb...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
B/...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
BS...	Maskenauswahl der Stelle 2
BT...	Maskenauswahl der Stelle 3
BU...	Maskenauswahl der Stelle 4
BV...	Maskenauswahl der Stelle 5
BW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
BX...	Indexregister 7
BY...	Indexregister 8
BZ...	Indexregister 9
B-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
BJ...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
BK...	Maskenauswahl der Stelle 2
BL...	Maskenauswahl der Stelle 3
BM...	Maskenauswahl der Stelle 4
BN...	Maskenauswahl der Stelle 5
BO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
BP...	Indexregister 7
BQ...	Indexregister 8
BR...	Indexregister 9
B&...	Externe Adressen
BF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
BG...	Indexregister 7
BH...	Indexregister 8
BI...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

TRANSFERIEREN

T*...

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

Der vorherige Speicherinhalt wird dabei gelöscht; der Inhalt von Rechenwerk und Nebenregister bleibt samt Vorzeichen erhalten.

Tb...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
T/...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
TS...	Maskenauswahl der Stelle 2
TT...	Maskenauswahl der Stelle 3
TU...	Maskenauswahl der Stelle 4
TV...	Maskenauswahl der Stelle 5
TW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
TX...	Indexregister 7
TY...	Indexregister 8
TZ...	Indexregister 9
T-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
TJ...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
TK...	Maskenauswahl der Stelle 2
TL...	Maskenauswahl der Stelle 3
TM...	Maskenauswahl der Stelle 4
TN...	Maskenauswahl der Stelle 5
TO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
TP...	Indexregister 7
TQ...	Indexregister 8
TR...	Indexregister 9
T&...	Externe Adressen
TF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
TG...	Indexregister 7
TH...	Indexregister 8
TI...	Indexregister 9

PROGRAMMDEFEHLE
MINCAL 3B

TRANSFERIEREN LOESCHEND L*...

Der Inhalt von Rechenwerk und Nebenregister wird stellen- und vorzeichengerecht in den in der Instruktion adressierten Kernspeicherplatz oder externen Datenspeicher übetragen. Rechenwerk und Nebenregister werden auf Null gelöscht; das Vorzeichen des Rechenwerks wird auf Plus gesetzt.

Lb...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
L/...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
LS...	Maskenauswahl der Stelle 2
LT...	Maskenauswahl der Stelle 3
LU...	Maskenauswahl der Stelle 4
LV...	Maskenauswahl der Stelle 5
LW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
LX...	Indexregister 7
LY...	Indexregister 8
LZ...	Indexregister 9
L-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
LJ...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Maskenauswahl der Stelle 1
LK...	Maskenauswahl der Stelle 2
LL...	Maskenauswahl der Stelle 3
LM...	Maskenauswahl der Stelle 4
LN...	Maskenauswahl der Stelle 5
LO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
LP...	Indexregister 7
LQ...	Indexregister 8
LR...	Indexregister 9
L&...	Externe Adressen
LF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
LG...	Indexregister 7
LH...	Indexregister 8
LI...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

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 gelöscht. Ein bei der Addition eventuell erfolgter Übertrag ($1 \cdot 10^4$) 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.

Cb...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers	
CW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6	
CX...		Indexregister 7
CY...		Indexregister 8
CZ...		Indexregister 9
C-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers	
CO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6	
CP...		Indexregister 7
CQ...		Indexregister 8
CR...		Indexregister 9
□ C&...	Externe Adressen	
□ CF...	Externe Adressen	mit Modifikation über Indexregister 6
□ CG...		Indexregister 7
□ CH...		Indexregister 8
□ CI...		Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

MULTIPLIZIEREN VERSCHOBEN U*,...

Das Produkt aus dem im Rechenwerk stehenden Multiplikanden und dem Multiplikator, bei Festwertoperationen der positive Wert in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion, sonst der Inhalt des in der Instruktion adressierten Kernspeicherwortes oder des externen Datenspeichers wird entwickelt und steht mit seinen wesentlichen Stellen 10^0 - 10^{-4} vorzeichenrichtig im Rechenwerk, mit den unbedeutenden Stellen 10^{-5} - 10^{-8} rechtsbündig im Arbeitsspeicher B (Kernspeicherplatz 1005).

Die 4 Festwertstellen bzw. die 5 Stellen des adressierten Speichers haben eine zehnfach höhere Wertigkeit.

Die Stelle 10^0 des Arbeitsspeichers B enthält auch die Produktstelle 10^{-4} ; das ist zu beachten, wenn auch die unbedeutenden Stellen weiter berücksichtigt werden müssen.

Das Produkt darf nicht größer als 9.9999 werden.

UB...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers	
UW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über	Indexregister 6
UX...		Indexregister 7
UY...		Indexregister 8
UZ...		Indexregister 9
U-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers	
UO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über	Indexregister 6
UP...		Indexregister 7
UQ...		Indexregister 8
UR...		Indexregister 9
▣ UA...	Externe Adressen	
▣ UF...	Externe Adressen	mit Modifikation über Indexregister 6
▣ UG...		Indexregister 7
▣ UH...		Indexregister 8
▣ UI...		Indexregister 9

PROGRAMMDEFEHLE
MINCAL 3B

MULTIPLIZIEREN

M*...

Das Produkt aus dem im Rechenwerk stehenden Multiplikanden und dem - bei Festwertoperationen in den Stellen 10^{-1} - 10^{-2} der Instruktion stehenden positiven, sonst im adressierten Kernspeicherwort bzw. externen Datenspeicher befindlichen - Multiplikator steht mit seinen wesentlichen Stellen 10^0 - 10^{-4} im Rechenwerk, mit seinen unwesentlichen Stellen 10^{-5} - 10^{-8} rechtsbündig im Arbeitsspeicher B (Kernspeicherplatz 1005).

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.

M0...	
M1...	
M2...	
M3...	
M4...	Festwerte 0.0000 bis 0.9999
M5...	
M6...	
M7...	
M8...	
M9...	
Mb...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
MW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
MX...	Indexregister 7
MY...	Indexregister 8
MZ...	Indexregister 9
M-...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
MO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
MP...	Indexregister 7
MQ...	Indexregister 8
MR...	Indexregister 9
□ M&...	Externe Adressen
□ MF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
□ MG...	Indexregister 7
□ MH...	Indexregister 8
□ MI...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

DIVIDIEREN

D*...

Aus dem im Rechenwerk - Stellen $10^1 - 10^{-4}$ - enthaltenen Dividenden und dem bei Festwertoperationen in den Stellen $10^{-1} - 10^{-4}$ der Instruktion stehenden positiven, sonst im adressierten Kernspeicherplatz bzw. externen Datenspeicher befindlichen Divisor wird der Quotient gebildet.

Der Quotient steht im Rechenwerk verfügbar, der Rest in den Stellen $10^0 - 10^{-4}$ des Arbeitsspeichers C (Kernspeicherplatz 1004).

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

D0...	
D1...	
D2...	
D3...	
D4...	Festwerte 0.0000 bis 0.9999
D5...	
D6...	
D7...	
D8...	
D9...	
D0...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers
DW...	Adressen im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
DX...	Indexregister 7
DY...	Indexregister 8
DZ...	Indexregister 9
D~...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers
DO...	Adressen im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
DP...	Indexregister 7
DQ...	Indexregister 8
DR...	Indexregister 9
D&...	Externe Adressen
DF...	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
DG...	Indexregister 7
DH...	Indexregister 8
DI...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

VERZWEIGEN, WENN NEGATIV W*...

Zur Ausführung des Befehls wird der Instruktionszähler auf die in der W-Operation angegebene Kernspeicheradresse gestellt; mit Operationsende wird der Instruktionszähler um einen Schritt weitergeschaltet. Es wird also immer eine um eins niedrigere Adresse programmiert.

Der Befehl wird nur wirksam, wenn der Inhalt des Rechenwerks negativ ist und falls eine der möglichen fünf Verzweigungsbedingungen programmiert ist, nur dann, wenn Vorzeichen- und Verzweigungsbedingung erfüllt sind.

WS...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers
W/...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
WS...	Verzweigungsbedingung 2
WT...	Verzweigungsbedingung 3
WU...	Verzweigungsbedingung 4
WV...	Verzweigungsbedingung 5
WW...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
WX...	Indexregister 7
WY...	Indexregister 8
WZ...	Indexregister 9
W-...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers
WJ...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
WK...	Verzweigungsbedingung 2
WL...	Verzweigungsbedingung 3
WM...	Verzweigungsbedingung 4
WN...	Verzweigungsbedingung 5
WO...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
WP...	Indexregister 7
WQ...	Indexregister 8
WR...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

VERZWEIGEN, WENN NULL

O*...

Zur Ausführung des Befehls wird der Instruktionszähler auf die in der Instruktion angegebene Adresse gestellt. Mit Operationsende schaltet der Instruktionszähler einen Schritt weiter, so daß als nächster der Befehl ansteht, welcher der adressierten Instruktion unmittelbar folgt.

Der Befehl wird, falls er unbedingt programmiert ist, nur dann ausgeführt, wenn der Inhalt des Rechenwerks dem Betrage nach Null ist. Für den Fall, daß eine der fünf Verzweigungsbedingungen programmiert ist, wird der Befehl nur wirksam, wenn der Rechenwerksinhalt dem Betrage nach Null und die angegebene Verzweigungsbedingung erfüllt ist.

O δ ...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers
O/...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
OS...	Verzweigungsbedingung 2
OT...	Verzweigungsbedingung 3
OU...	Verzweigungsbedingung 4
OV...	Verzweigungsbedingung 5
OW...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
OX...	Indexregister 7
OY...	Indexregister 8
OZ...	Indexregister 9
O-...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers
OJ...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
OK...	Verzweigungsbedingung 2
OL...	Verzweigungsbedingung 3
OM...	Verzweigungsbedingung 4
ON...	Verzweigungsbedingung 5
OO...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
OP...	Indexregister 7
OQ...	Indexregister 8
OR...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

VERZWEIGEN

F*...

Zur Ausführung des Befehls wird der Instruktionszähler auf die in der Instruktion angegebene Adresse gestellt. Mit Operationsende schaltet der Instruktionszähler einen Schritt weiter, so daß als nächster der Befehl zur Verarbeitung ansteht, welcher der adressierten Instruktion unmittelbar folgt.

Wird der Befehl mit einer der fünf Verzweigungsbedingungen programmiert, so kann er nur dann wirksam werden, wenn diese Bedingung erfüllt ist.

Fb...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers
F/.1.	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
FS.1.	Verzweigungsbedingung 2
FT.1.	Verzweigungsbedingung 3
FU...	Verzweigungsbedingung 4
FV.1.	Verzweigungsbedingung 5
FW...	Anschlußadresse im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
FX...	Indexregister 7
FY...	Indexregister 8
FZ...	Indexregister 9
F-...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers
FJ...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
FK...	Verzweigungsbedingung 2
FL...	Verzweigungsbedingung 3
FM...	Verzweigungsbedingung 4
FN...	Verzweigungsbedingung 5
FO...	Anschlußadresse im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
FP...	Indexregister 7
FQ...	Indexregister 8
FR...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

VERZWEIGEN INS UNTERPROGRAMM

V*...

Dieser Befehl bewirkt zweierlei:

Zuerst wird der momentane Stand des Instruktionszählers im Adreßteil der ersten Unterprogramm-instruktion zwischengespeichert. Danach wird der Instruktionszähler auf die in der V-Operation angegebene Adresse gestellt. Mit Ende der Operation wird der Operationszähler um einen Schritt weitergestellt, so daß als nächste Operation der zweite Unterprogrammbefehl zur Ausführung abgerufen werden kann.

Als erster Befehl des Unterprogramms muß stets F0000 programmiert werden; damit und mit dem im Adreßteil gespeicherten Instruktionszählerstand wird dann automatisch die richtige Rückkehr-instruktion gebildet.

V0...	Adressen des Unterprogramms im 1. Tausend des Kernspeichers
V/...	Adressen des Unterprogramms im 1. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
VS...	Verzweigungsbedingung 2
VT...	Verzweigungsbedingung 3
VU...	Verzweigungsbedingung 4
VV...	Verzweigungsbedingung 5
VW...	Adressen des Unterprogramms im 1. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
VX...	Indexregister 7
VY...	Indexregister 8
VZ...	Indexregister 9
V-...	Adressen des Unterprogramms im 2. Tausend des Kernspeichers
VJ...	Adressen des Unterprogramms im 2. Tausend des Kernspeichers mit Verzweigungsbedingung 1
VK...	Verzweigungsbedingung 2
VL...	Verzweigungsbedingung 3
VM...	Verzweigungsbedingung 4
VN...	Verzweigungsbedingung 5
VO...	Adressen des Unterprogramms im 2. Tausend des Kernspeichers mit Modifikation über Indexregister 6
VP...	Indexregister 7
VQ...	Indexregister 8
VR...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

SETZEN INDEXREGISTER N*...
ERHOEHEN INDEXREGISTER E*...

SETZEN INDEXREGISTER
N*...

Das mit der Befehlsergänzung (Hauptbit in der Stelle 10^{-1}) der Instruktion angesprochene Indexregister wird auf den sich aus den Nebenbits der Befehlsergänzung und den Stellen $10^{-2} - 10^{-4}$ ergebenden Wert gesetzt.

Es dürfen nur Werte von 0000 bis 3999 angegeben werden.

ERHOEHEN INDEXREGISTER
E*...

Zum Inhalt des mit der Befehlsergänzung (Hauptbit in der Stelle 10^{-1}) der Instruktion angesprochenen Indexregisters wird der in den Stellen $10^{-2} - 10^{-4}$ angegebene positive Wert addiert.

Es sind nur Werte von 000 bis 999 zugelassen.

N6...	Werte 0000 bis 0999 bei Indexregister 6
N7...	Indexregister 7
N8...	Indexregister 8
N9...	Indexregister 9
NW...	Werte 1000 bis 1999 bei Indexregister 6
NX...	Indexregister 7
NY...	Indexregister 8
NZ...	Indexregister 9
NO...	Werte 2000 bis 2999 bei Indexregister 6
NP...	Indexregister 7
NQ...	Indexregister 8
NR...	Indexregister 9
NF...	Werte 3000 bis 3999 bei Indexregister 6
NG...	Indexregister 7
NH...	Indexregister 8
NI...	Indexregister 9
E6...	Werte 000 bis 999 bei Indexregister 6
E7...	Indexregister 7
E8...	Indexregister 8
E9...	Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

AUSGABE IN SCHREIBMASCHINE

Die Instruktion zur Ausgabe von Daten aus dem Rechner in die Schreibmaschine ist gekennzeichnet durch das Ausgabe-X als Befehlszeichen in Verbindung mit nicht erregten Nebenbits in der Befehlsergänzung.

Die in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion programmierten Ziffern sind Befehlsmodifikationen und haben die im einzelnen aufgeführte folgende Bedeutung:

X0...	Ausgabe in Schreibmaschine ohne Ein/Ausgabebedingung
X1...	Ausgabe in Schreibmaschine mit Ein/Ausgabebedingung.1
X2...	Ein/Ausgabebedingung 2
X3...	Ein/Ausgabebedingung 3
X4...	Ein/Ausgabebedingung 4
X5...	Ein/Ausgabebedingung 5
X6...	mit 4-maliger Wiederholung
X7...	3-maliger Wiederholung
X8...	2-maliger Wiederholung
X9...	1-maliger Wiederholung
X.0..	numerisch, ohne Vorzeichen
X.1..	numerisch, mit Vorzeichen
X.2..	alphanumerisch
X.6..	mit Umschaltung auf Normalzeichen * (1. Kugelkopfhälfte)
X.7..	mit Umschaltung auf Sonderzeichen * (2. Kugelkopfhälfte)
X.8..	mit Umschaltung auf Schwarzdruck *
X.9..	mit Umschaltung auf Rotdruck *
X..0.	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...0	ohne Endzeichen
X...1	mit Endzeichen: Leerschritt
X...2	Tabulator
X...3	Zeilenwechsel
X...4	Wagenrücklauf und Zeilenwechsel
X...5	Rückschritt
X...6	#
X...7	Doppelkreuz
X...8	,
X...8	\$
X...9	Dollar
	.
	Punkt

* bleibt nach Ausführung des Befehls erhalten

PROGRAMMBEFEHLE
MINICAL 3B

AUSGABE IN STREIFENLOCHER

Die Instruktion zur Ausgabe von Daten in den Streifenlocher ist gekennzeichnet durch das Ausgabe-X als Befehlszeichen in Verbindung mit erregtem Nebenbit 1 in der Befehlsergänzung.

Die in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion programmierten Ziffern sind Befehlsmodifikationen und haben die im einzelnen aufgeführte folgende Bedeutung:

Xb...	Ausgabe in Streifenlocher ohne Ein/Ausgabebedingung
X/...	Ausgabe in Streifenlocher mit Ein/Ausgabebedingung 1
XS...	Ein/Ausgabebedingung 2
XT...	Ein/Ausgabebedingung 3
XU...	Ein/Ausgabebedingung 4
XV...	Ein/Ausgabebedingung 5
XW...	mit 4-maliger Wiederholung
XX...	3-maliger Wiederholung
XY...	2-maliger Wiederholung
XZ...	1-maliger Wiederholung
X.0..	numerisch, ohne Vorzeichen
X.1..	numerisch, mit Vorzeichen
X.2..	alphanumerisch
X.10.	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...0	ohne Endzeichen
X...1	mit Endzeichen, Zwischenraum-Zeichen (Kanal 5)
X...4	Zeilenende-Zeichen (Kanal 8)

PROGRAMMDEFEHLE MINCAL 3B

AUSGABE IN 3. GEPÄT BCD-KANAL ODER FERNSCHREIBER *

Die Instruktion zur Ausgabe von Daten aus dem Rechner in ein 3. Gerät (BCD-Kanal oder Fernschreiber) ist gekennzeichnet durch das Ausgabe-X als Befehlszeichen in Verbindung mit erregtem Nebenbit 2 in der Befehlsergänzung.

Die in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion programmierten Zeichen sind Befehlsmodifikationen und haben die im einzelnen aufgeführte folgende Bedeutung:

X-...	Ausgabe in 3. Gerät ohne Ein/Ausgabebedingung		
XJ...	Ausgabe in 3. Gerät mit Ein/Ausgabebedingung 1		
XK...	Ein/Ausgabebedingung 2		
XL...	Ein/Ausgabebedingung 3		
XM...	Ein/Ausgabebedingung 4		
XN...	Ein/Ausgabebedingung 5		
XQ...	mit 4-maliger Wiederholung		
XP...	3-maliger Wiederholung		
XQ...	2-maliger Wiederholung		
XR...	1-maliger Wiederholung		
X.0...	numerisch, ohne Vorzeichen		
X.1...	numerisch, mit Vorzeichen		
X.2... [NICHT BEI FERNSCHREIBER]	alphanumerisch		
X...0.	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...()	ohne Endzeichen		
X...1	BCD-KANAL 5	ZWR	***
X...2		[FREI]	
X...3		ZL	***
X...4	BCD-KANAL 8	WR	***
X...5		TRA	***
X...6		ZI	***
X...7		BU	***
X...8		[FREI]	
X...9		.	***

* BEI EINGEBAUTER FERNSCHREIBER-AUSGABE

*** Endzeichen bei eingebauter Fernschreiberausgabe

PROGRAMMBEFEHLE MINCAL 3B

AUSGABE IN 4. GERAET BCD-KANAL ODER KOMBINIERTE AUSGABE

Die Instruktion zur Ausgabe von Daten in ein 4. Gerät bzw. zur kombinierten Ausgabe (gleichzeitige Ausgabe in Schreibmaschine und Streifenlocher oder 3. Gerät) ist gekennzeichnet durch das Ausgabe-X als Befehlszeichen in Verbindung mit erregten Nebenbits 1 und 2 in der Befehlsergänzung.

Die in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion programmierten Zeichen sind Befehlsmodifikationen und haben die im einzelnen aufgeführte folgende Bedeutung.

Bei der kombinierten Ausgabe sind nur solche Befehle zugelassen, die für beide Geräte sinnvoll sind. Werden kombinierte Befehle mit einer der fünf Ein/Ausgabebedingungen verknüpft, dann werden diese Bedingungen nicht für die Schreibmaschine wirksam.

X&...	Ausgabe ohne Ein/Ausgabebedingung
XA...	Ausgabe mit Ein/Ausgabebedingung 1
XB...	Ein/Ausgabebedingung 2
XC...	Ein/Ausgabebedingung 3
XD...	Ein/Ausgabebedingung 4
XE...	Ein/Ausgabebedingung 5
XF...	mit 4-maliger Wiederholung
YG...	3-maliger Wiederholung
XH...	2-maliger Wiederholung
XI...	1-maliger Wiederholung
X.0...	numerisch, ohne Vorzeichen
X.1...	numerisch, mit Vorzeichen
X.2...	alphanumerisch
X..0	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...0	ohne Endzeichen
X...1	BCD-KANAL 5
X...2	
X...3	
X...4	BCD-KANAL 8
X...5	
X...6	
X...7	
X...8	
X...9	

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

AUSGABE IN EXTERNES REGISTER

P*0000

Der Rechner stoppt zur Ausgabe des Potentials LADP. Der Inhalt des Rechenwerks samt Vorzeichen kann über den Parallelausgang des Rechners übernommen werden.

Der neue Start des Rechners erfolgt danach von außen.

Sind mehrere Ausgaberegister vorgesehen, so können sie durch programmierte Adressen in den Stellen 10^{-2} - 10^{-4} der Instruktion unterschieden werden.

P0000	Ausgabe in externes Register, ohne Ein/Ausgabebedingung
P1000	Ausgabe in externes Register, mit Ein/Ausgabebedingung 1
P2000	Ein/Ausgabebedingung 2
P3000	Ein/Ausgabebedingung 3
P4000	Ein/Ausgabebedingung 4
P5000	Ein/Ausgabebedingung 5

PROGRAMMDEFEHLE
MINCAL 3B

EINGABE UEBER SCHREIBMASCHINE

Die Instruktion zur Eingabe von Daten über die Schreibmaschine ist gekennzeichnet durch das Eingabe-G als Befehlszeichen in Verbindung mit nicht erregten Nebenbits in der Befehlsergänzung.

Die in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion programmierten Ziffern sind Befehlsmodifikationen und haben die im einzelnen aufgeführte folgende Bedeutung.

Zu Beginn der Operation werden Rechenwerk und Nebenregister auf Null gelöscht, das Vorzeichen auf Plus gestellt und die mechanische Verriegelung der Schreibmaschinentastatur gelöst.

G0...	Eingabe über Schreibmaschine ohne Ein/Ausgabebedingung
G1...	Eingabe über Schreibmaschine mit Ein/Ausgabebedingung 1
G2...	Ein/Ausgabebedingung 2
G3...	Ein/Ausgabebedingung 3
G4...	Ein/Ausgabebedingung 4
G5...	Ein/Ausgabebedingung 5
□ G6...	mit 4-maliger Wiederholung
□ G7...	3-maliger Wiederholung
□ G8...	2-maliger Wiederholung
□ G9...	1-maliger Wiederholung
G.0...	numerisch, ohne Vorzeichen
G.1...	numerisch, mit Vorzeichen
G.2...	alphanumerisch
G...0.	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.	keine Eingabe
G...0	ohne Warten auf Endzeichen; Rechner läuft nach Eingabe des letzten Zeichens weiter.
G...1	mit Warten auf Endzeichen (Punkt empfohlen, Funktionstasten sind unwirksam). Rechner kann erst nach dem Eintasten des Endzeichens weiterlaufen.

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

EINGABE UEBER STREIFENLESER

Die Instruktion zur Eingabe von Daten über den Streifenleser ist gekennzeichnet durch das Eingabe-G als Befehlszeichen in Verbindung mit erregtem Nebenbit 1 in der Befehlsergänzung.

Die in den Stellen 10^{-1} - 10^{-4} der Instruktion programmierten Zeichen sind Befehlsergänzungen und haben die im einzelnen aufgeführte folgende Bedeutung.

Die in der letzten Instruktionsstelle programmierte Ziffer 1 bewirkt, daß das im Streifen gelochte Endzeichen überlesen wird, d.h. nicht ins Rechenwerk aufgenommen wird. Ist statt der Ziffer 1 eine 4 programmiert, wird auf Endzeichen Kanal 8 geprüft; bei nichtvorhandener Lochung in Kanal 8 läuft der Rechner auf Prüfstop, die Lampe Prüfanzeige leuchtet auf.

Gb...	Eingabe über Streifenleser ohne Ein/Ausgabebedingung
G/...	Eingabe über Streifenleser mit Ein/Ausgabebedingung 1
GS...	Ein/Ausgabebedingung 2
GT...	Ein/Ausgabebedingung 3
GU...	Ein/Ausgabebedingung 4
GV...	Ein/Ausgabebedingung 5
GW...	mit 4-maliger Wiederholung
GX...	3-maliger Wiederholung
GY...	2-maliger Wiederholung
GZ...	1-maliger Wiederholung
G.0...	numerisch, ohne Vorzeichen
G.1...	numerisch, mit Vorzeichen
G.2...	alphanumerisch
G..0.	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.	keine Eingabe
G...0	ohne Endzeichen
G...1	mit Endzeichen (wird überlesen)
G...4	mit Endzeichen in Kanal 8

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

SCHALTBEFEHL Y
SCHALTBEFEHL Q
SCHALTBEFEHL H

Y*...
Q*...
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 msec) installiert werden.

Y0...	Schaltbefehl Y	Externe Adressen
Y6...	Schaltbefehl Y	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
Y7...		Indexregister 7
Y8...		Indexregister 8
Y9...		Indexregister 9
Q0...	Schaltbefehl Q	Externe Adressen
Q6...	Schaltbefehl Q	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
Q7...		Indexregister 7
Q8...		Indexregister 8
Q9...		Indexregister 9
H0...	Schaltbefehl H	Externe Adressen
H6...	Schaltbefehl H	Externe Adressen mit Modifikation über Indexregister 6
H7...		Indexregister 7
H8...		Indexregister 8
H9...		Indexregister 9

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

STOP MIT EXTERNER ADRESSE Z*...
END-STOP Z*000

STOP MIT EXTERNER ADRESSE
Z*...

Der Programmablauf wird bei Erreichen eines unbedingten Stopbefehls - bei einem bedingten Stopbefehl, wenn die programmierte Stopbedingung erfüllt ist - unterbrochen. Die in der Instruktion angegebene Adresse steht so lange an, bis der Rechner erneut gestartet wird.

END-STOP
Z*000

Das Programm-Ende ist durch einen Endstop 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 Rechnerfrontplatte angezeigt.

Z0...	Rechner-Stop mit Anwahl der externen Adresse, ohne Stopbedingung
Z1...	Rechner-Stop mit Anwahl der externen Adresse, mit Stopbedingung 1
Z2...	Stopbedingung 2
Z3...	Stopbedingung 3
Z4...	Stopbedingung 4
Z5...	Stopbedingung 5
Z6...	Rechner-Stop mit Anwahl der externen Adresse, mit Modifikation über Indexregister 6
Z7...	Indexregister 7
Z8...	Indexregister 8
Z9...	Indexregister 9
Z6000	End-Stop ohne Stopbedingung
Z7000	End-Stop mit Stopbedingung 1
Z8000	Stopbedingung 2
Z9000	Stopbedingung 3
Z0000	Stopbedingung 4
Z1000	Stopbedingung 5

PROGRAMMBEFEHLE
MINCAL 3B

DRUCKEN AUF DIGITALDRUCKER

R*000

Der Inhalt des Rechenwerks einschließlich Überlaufstelle und Vorzeichen wird, falls vorgesehen, auf einem Digitaldrucker ausgegeben.

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

Die programmierte Rotdruckumschaltung (gekennzeichnet durch Nebenbit 1 in der Befehlsergänzung) ist für die Dauer des Druckbefehls wirksam.

R0000	Drucken auf Digitaldrucker, ohne Stopbedingung
R1000	Drucken auf Digitaldrucker, mit Stopbedingung 1
R2000	Stopbedingung 2
R3000	Stopbedingung 3
R4000	Stopbedingung 4
R5000	Stopbedingung 5
R5000	Drucken auf Digitaldrucker, ohne Stopbedingung, mit Rotdruckumschaltung
R/000	Drucken auf Digitaldrucker, mit Stopbedingung 1
RS000	Stopbedingung 2
RT000	Stopbedingung 3
RU000	Stopbedingung 4
RV000	Stopbedingung 5

PROGRAMMDEFEHLE
MINICAL 3B

MESSEN - ZAEHLEN

I*...

Das Rechenwerk wird auf Null, das Vorzeichen auf Plus gestellt. Der Programmablauf wird gestoppt, und im Falle eines eingebauten Analog-Digital-Wandlers wird dieser zur Digitalisierung der anstehenden Meßspannung gestartet.

Hat der Befehl die Bedeutung einer Zähloperation, so wird ein Zähl Eingang für externe Zählimpulse geöffnet, die in die Rechenwerkstelle 10^{-4} laufen und im Rechenwerk summiert werden.

Zähl- und Analogmeßstellen werden mit der programmierten Adresse extern über den Adreßausgang angewählt.

MESSEN IM NORMALBEREICH [2 V]

I0...	Externe Adressen
I1...	Externe Adressen, mit Stopbedingung 1
I2...	Stopbedingung 2
I3...	Stopbedingung 3
I4...	Stopbedingung 4
I5...	Stopbedingung 5
I6...	Externe Adressen, mit Modifikation über Indexregister 6
I7...	Indexregister 7
I8...	Indexregister 8
I9...	Indexregister 9

MESSEN IM EMPFINDLICHEN BEREICH [0,2 V]

I6...	Externe Adressen
I7...	Externe Adressen, mit Stopbedingung 1
I8...	Stopbedingung 2
IT...	Stopbedingung 3
IU...	Stopbedingung 4
IV...	Stopbedingung 5
IW...	Externe Adressen, mit Modifikation über Indexregister 6
IX...	Indexregister 7
IY...	Indexregister 8
IZ...	Indexregister 9