

Z U S E Z 64

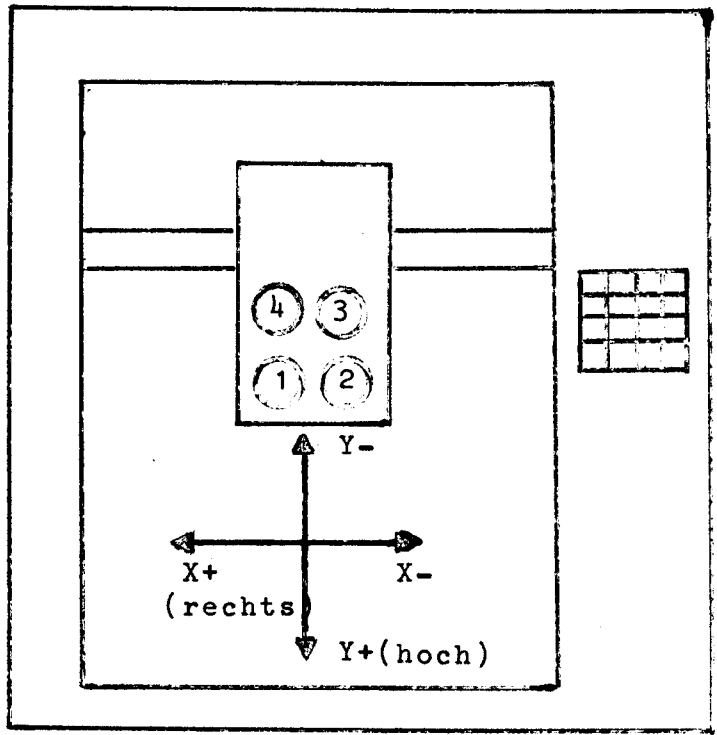
Befehlsdarstellung und Programmaufbau



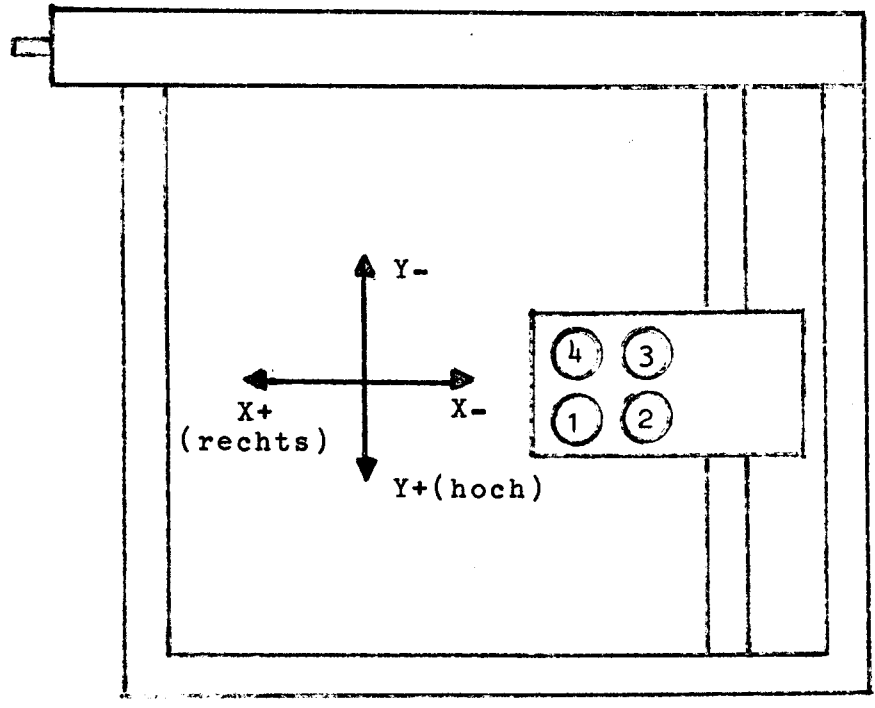
**ZUSE KG**  
**BAD HERSFELD**

**Elektronische Rechenanlagen**

ANORDNUNG DER AXSEN  
UND STIFTE BEI DER Z 64



G 1



G 4

Befehlscode der Z U S E Z 64

Der GRAPHOMAT, ZUSE Z 64 ist ein von Lochstreifen bzw. Lochkarten gesteuerter Zeichentisch. Die Bewegungen der Zeichenspitze werden von zwei Spindeln gesteuert, die ihrerseits von einem Motor über zwei binäre Stufengetriebe angetrieben werden. Die Getriebe besitzen je 5 Stufen, die von Stufe zu Stufe im Verhältnis 2:1 untersetzt sind, und deren Wirkungen sich entsprechend dem Binärsystem addieren.

$-\frac{16}{16}$	$+\frac{8}{16}$	$+\frac{4}{16}$	$+\frac{2}{16}$	$+\frac{1}{16}$
------------------	-----------------	-----------------	-----------------	-----------------

Die niedrigste Binärstufe bewirkt einen Stiftvorschub von  $+1/16$  mm pro Arbeitstakt, die höchste positive einen von  $+8/16$  mm, die negative Stufe einen von  $-16/16$  mm. Die negative Stufe ist allein ohne irgendeine positive Stufe wegen des Befehlscodes (siehe unten) nicht möglich. Pro Arbeitstakt beträgt der größte Stiftvorschub in jeder Koordinatenrichtung somit  $\pm 15/16$  mm beim Zeichnen. In der Sekunde werden 24 Arbeitstakte ausgeführt, so daß in jeder Koordinate die größte Geschwindigkeit 22,5 mm pro Sekunde beträgt.

Die Getriebe des GRAPHOMAT werden in jedem Arbeitstakt über die Transistorsteuerung von binären Fahrkommandos eingestellt, die bei Nichtbenutzung des als Zusatz vorgesehenen Transistorrechners entweder in Lochstreifen oder Lochkarten bereits in der binären Form gestanzt sind. Darüberhinaus gibt es gewisse Sonderkommandos zum Bedienen der Stifte, die, ebenfalls verschlüsselt, auf den Lochstreifen oder der Lochkarte stehen.

Die Fahr-Befehle werden durch 3 Fünflochkombinationen, die Sonderkommandos durch eine Fünflochkombination im Fünfkanal-Lochstreifen dargestellt. Im folgenden bedeutet L eine Lochung, O keine Lochung an der betreffenden Stelle. Die Anordnung ist so getroffen, daß das Transportloch im Fünf-Kanalstreifen zwischen



können Stifte verschiedener Stärke und verschiedener Farbe benutzt werden. Der Positionswechsel der Stifte wird durch Parallelverschiebung des Zeichenkopfes durch zweimaliges Geben des Fahrbefehls ( $n=16$ ,  $v_x=\pm 10$ ,  $v_y=\pm 10$ ) durchgeführt.

Ein weiterer Sonderbefehl "Zwischenstop" veranlaßt, den GRAPHOMAT an bestimmten Stellen der Zeichnung zu stoppen, sobald ein bestimmter Stop-Schalter des GRAPHOMAT eingeschaltet ist. Anderenfalls wird dieser Sonderbefehl wirkungslos übergangen.

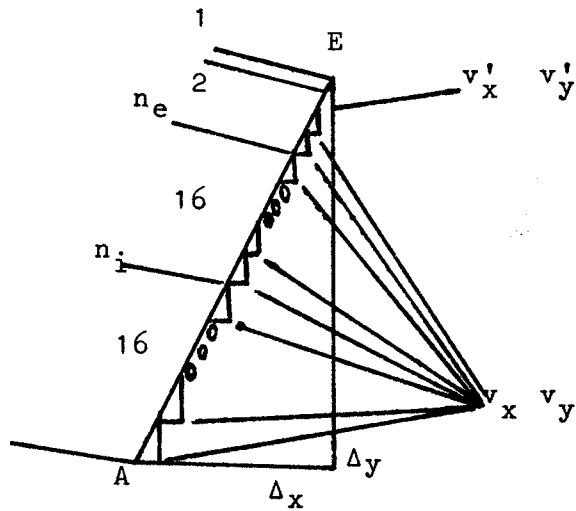
Sonderbefehle

0	0	0	0	L	Stift 1 senken
0	0	0	L	0	Stift 2 senken
0	0	0	L	L	Stift 3 senken
0	0	L	0	0	Stift 4 senken
0	0	L	0	L	alle Stifte heben
0	0	L	L	L	Zwischenstop
0	L	0	L	0	Gravierstift Nullkreis drehen

Zur Durchführung von Schichtgravuren auf bestimmten Spezialplatten (z.B. Astralon) wird der GRAPHOMAT mit Gravierstiften ausgestattet. Einer der Gravierstifte kann so geschliffen sein, daß durch Drehen des Stiftes Nullkreise gezeichnet werden können.

Die Nullkreise können einen Durchmesser von 0,8 oder 1,5 mm haben. Durch den Sonderbefehl "Nullkreis drehen", kann der Gravierstift zweimal automatisch gedreht werden, um den Kreis eindeutig zu gravieren. Um bestimmte Kurvenzüge darzustellen, ist eine Folge von Befehlen notwendig, durch die ein Polygonzug gezeichnet wird. Die Länge der Polygonseiten sind so klein zu wählen, daß sich das

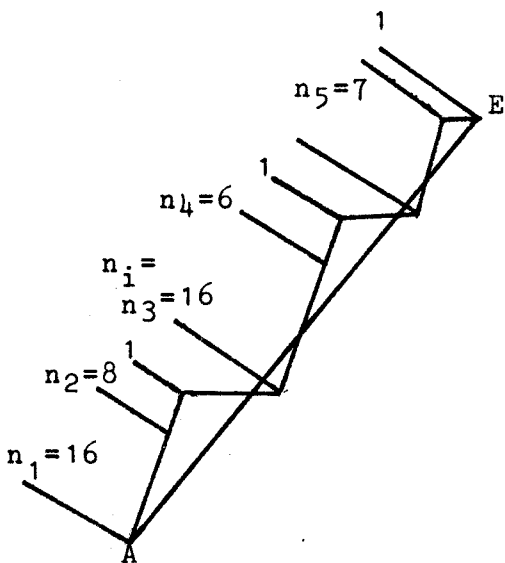




Fall  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{v_y}{v_x}$

Entsprechend können auch längere Strecken mit einer Folge von Fahrbefehlen dargestellt werden. Lassen sich zu dem Verhältnis der Koordinatenunterschiede zwischen Anfangs- und Endpunkten Geschwindigkeitskomponenten  $v_x$  und  $v_y$  (beide kleiner als 15) finden, deren Verhältnis dem der Geraden entspricht, so genügt es, mehrmals die Kommandos  $(n_1, v_x, v_y)$ ,  $(n_2, v_x, v_y) \dots (n_e, v_x, v_y)$  mit gleichem  $v_x$  und  $v_y$  zu geben.

Die n-Werte sind so zu wählen, daß  $(n_1+n_2+\dots+n_e) \cdot v_x$  noch kleiner als der Unterschied der Koordinaten in der x-Richtung zwischen Anfangs- und Endpunkt der Strecke ist. Entsprechendes gilt für die y-Richtung. Die restliche Strecke von dem durch die Folge der Kommandos erreichten Punkt zu dem Endpunkt der Strecke kann dann mit einem zusätzlichen Befehl wie oben kommandiert werden. Man wird, um möglichst wenig Kommandos zu haben,  $n_i=16$  und  $n_e$  so groß setzen, daß man mit gleichen  $v_x$  und  $v_y$  möglichst nahe an den Endpunkt kommt, diesen aber nicht überschreitet.



Fall  $\frac{\Delta y}{\Delta x} \neq \frac{v_y}{v_x}$

Für den Fall, daß sich zum Anstieg der Gerade keine passenden Geschwindigkeitskomponenten finden lassen, setzt man  $\frac{\Delta y}{\Delta x} = \frac{v_y + r}{v_x}$  und versucht  $v_y$  und  $v_x$  so zu bestimmen, daß  $r$  möglichst klein wird. Man setzt einen Wert  $r_s = 0$  (s.u.) und gibt zunächst die Kommandos  $(n_1 \ v_x \ v_y)$   $(n_2 \ v_x \ v_y)$  ... wie im obigen Beispiel. Hierbei werden die  $n_i$ -Werte so bestimmt, daß die dabei auftretende Abweichung von der Geraden in Bezug auf die  $y$ -Richtung, also der Rest  $R = (n_1 + n_2 \dots) \cdot r + r_s$ , kleiner als 1 ist, aber  $R + r$  größer als 1 ist. Um diese Abweichung von der Geraden (nur 1/16 mm) auszugleichen, schiebt man je nach Vorzeichen von  $R$  (+oder(-)) den Befehl  $(1, \ v_x, \ v_y(F)1)$  ein und setzt  $R + r(\mp)1 = r_s$ . Anschließend wiederholt sich der Vorgang solange, bis man den Endpunkt nahezu erreicht. Das evtl. fehlende Streckenstück wird dann, wie oben, durch ein zusätzliches Kommando ausgefahren. Wie man sieht, wird dadurch der Fehler restlos ausgeglichen. Die kleinen Sprünge von 1/16 mm treten durch die Strichstärke nicht in Erscheinung. Die gemachten Ausführungen sind nur dazu gedacht, dem Leser einen Überblick über die Wirkungsweise des GRAPHOMAT zu verschaffen. Dem Benutzer des GRAPHOMAT werden jedoch diese Überlegungen durch Standardunterprogramme abgenommen, die sowohl die lineare Interpolation (Strecken) als auch die kubische Interpolation (Kurven) vornehmen und das Stanzen der Fahr- und Sonderbefehle durchführen. Diese Unterprogramme werden bei der Grundaussführung des GRAPHOMAT für die ZUSE Z 22, ZUSE Z 23, ZUSE Z 31 und ZUSE Z 25 bereits mitgeliefert. Bei der Benutzung anderer Elektronenrechner in Verbindung mit dem GRAPHOMAT können diese Unterprogramme nach Absprache auch für diese Rechner programmiert werden.



Die Zusammenarbeit im Elektronenrechner mit dem genannten Übersetzerprogramm geht wie folgt vor sich:

In einem übergeordneten Hauptprogramm des Programmierers werden die Koordinaten  $x, y$  <sup>+)</sup>  der Punkte des zu zeichnenden Gebildes errechnet, bzw. durch eine Schleife von gewissen Speicherplätzen abgerufen. An den Stellen des Programmes, wo diese Werte  $x, y$  zur Verfügung stehen, werden sie in vorgesehenen Zellen des Unterprogrammes gespeichert und das Unterprogramm wird aufgerufen. Das Unterprogramm stanzt nun

- a) im Fall der linearen Interpolation die Fahrbefehle für die gradlinige Verbindung vom Ausgangspunkt bis zum Endpunkt der Strecke. Anschließend wird der Endpunkt anstelle des Ausgangspunktes gesetzt und ins Hauptprogramm zur Errechnung des nächsten Endpunktes zurückgesprungen;
- b) im Fall kubischer Interpolation aus den drei Koordinatenwertepaaren für 3 aufeinanderfolgende Punkte  $P_0, P_1$  und  $P_2$  und der Tangentenrichtung bei  $P_0$  als Bestimmungsstücke für die Kurve 3. Grades die Fahrbefehle für das Kurvenstück von  $P_0$  bis  $P_1$ . Anschließend werden die Punkte  $P_1$  und  $P_2$  anstelle der Punkte  $P_0$  und  $P_1$  gesetzt und ins Hauptprogramm zur Errechnung des nächsten Punktes zurückgesprungen. Die Tangentenrichtung bei  $P_0$  ergibt sich jeweils aus dem vorangegangenen Kurvenstück. Für das erste Kurvenstück wird jedoch quadratisch interpoliert.

Außerdem sind im Hauptprogramm noch die Sonderkommandos zum Bedienen der Stifte z.B. "Stiftheben", "Stiftsenken" oder "Heranholen des Stiftes" (Parallelversetzung des Schreibkopfes) zu programmieren. Auch diese Befehle werden im Hauptprogramm nur durch Geben eines einzigen Rufbefehles auf kleine Unterprogramme ausgelöst, die das Stanzen der Parallelversetzung bzw. des Sonderkommandos vornehmen.

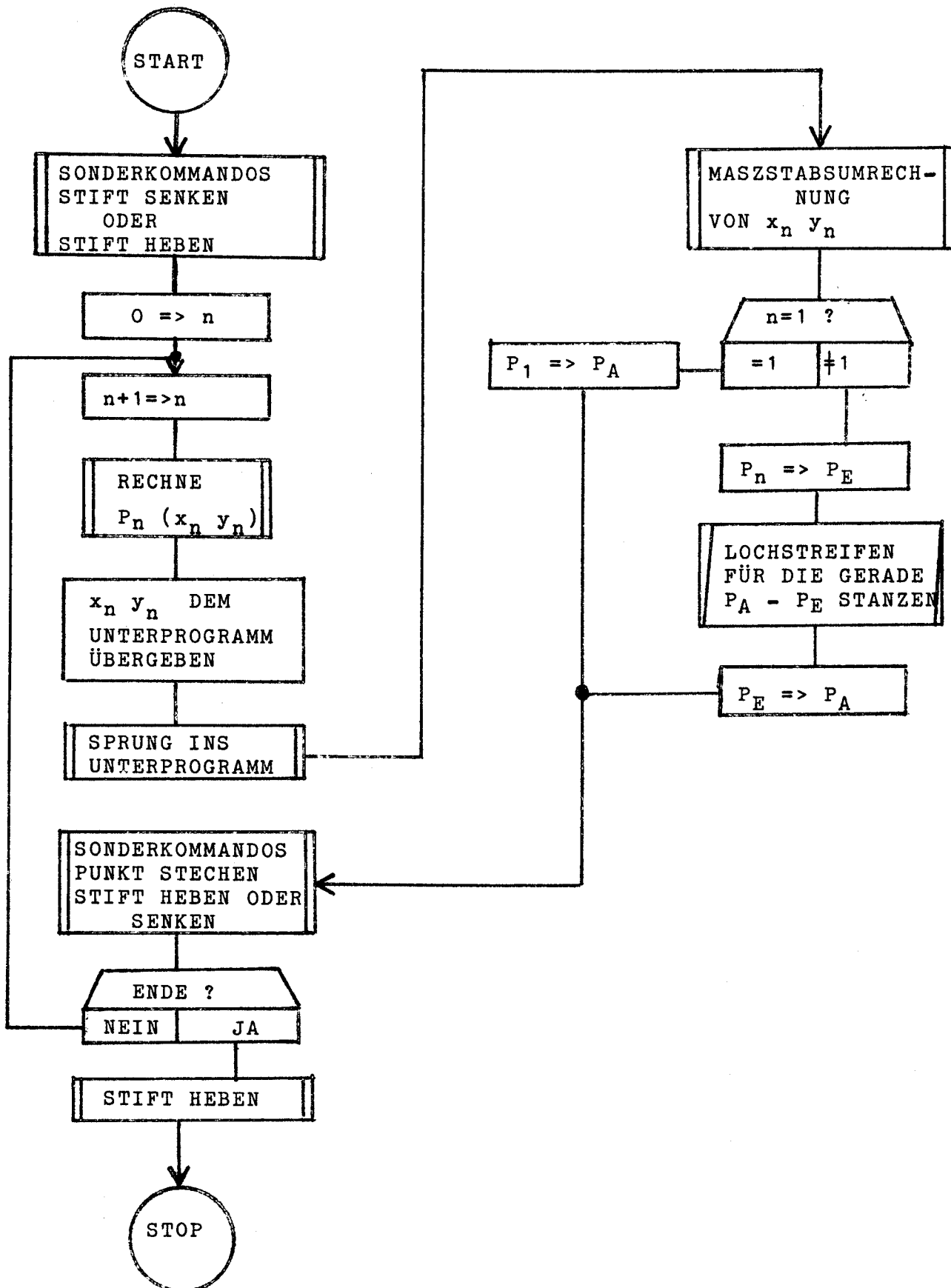
Beiliegende schematische Skizzen mögen den Sachverhalt näher veranschaulichen.

<sup>+)</sup>  In dieser Beschreibung wird die mathematische Bezeichnung gebraucht. (+x=rechts, +y=hoch)

POLYGON ZEICHNEN BZW. STECHEN

RECHENPROGRAMM

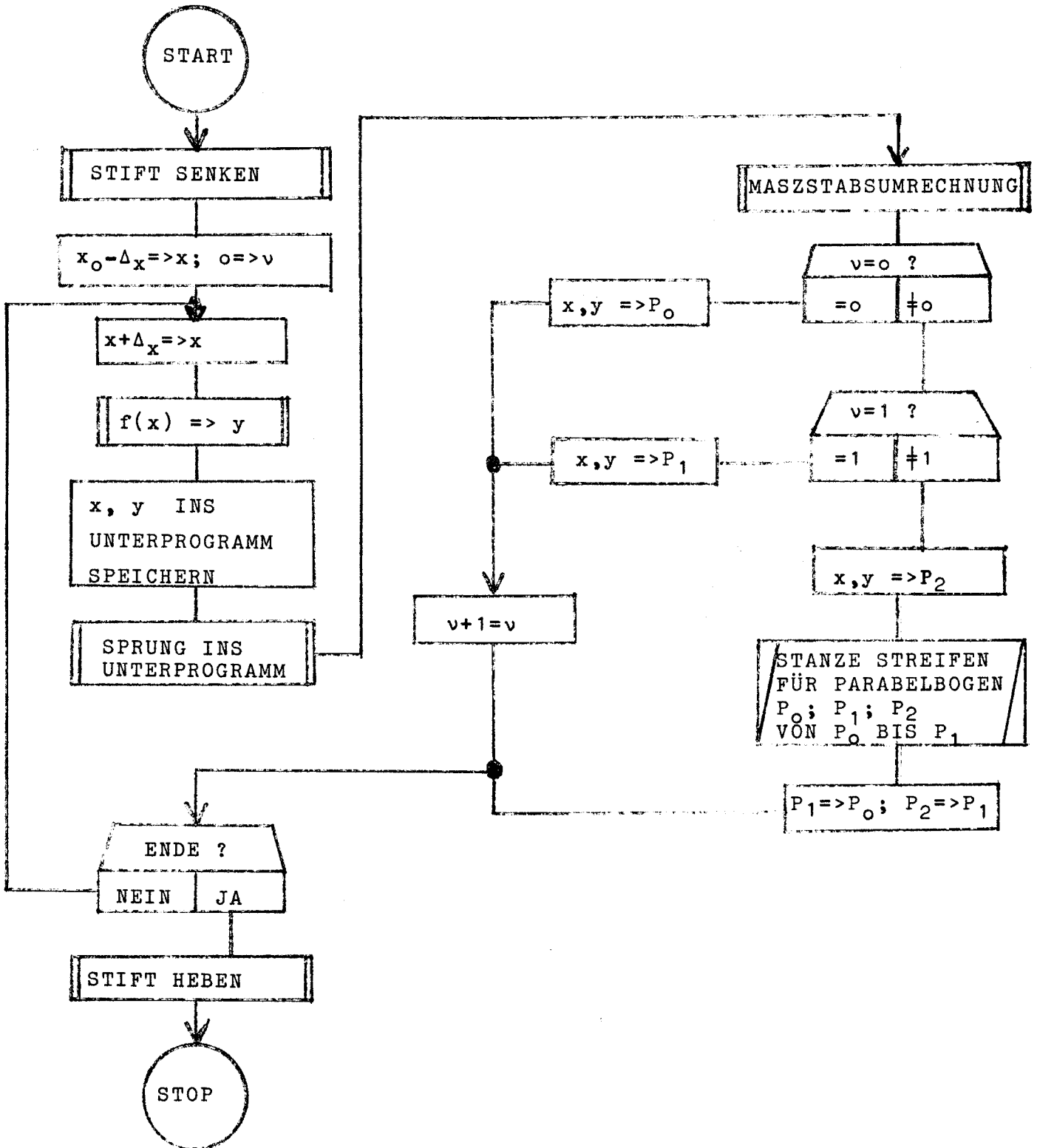
ÜBERSETZERUNTERPROGRAMM



KURVENZEICHNEN

RECHENPROGRAMM

ÜBERSETZERUNTERPROGRAMM



Binärer Lochkartencode bei Verwendung des  
 Elliot-Kartenlesers B 47 zur Steuerung des  
 ----- GRAPHOMATEN ZUSE Z 64 -----

Lochkartenschema:

Zone	1						2					
Kanal	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Dezimalwert	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0	11	12
Spalte	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
a)	$v_x$					L			n			
	$v_y$					0	frei				frei	
b)	$v_x$					L			n			
	$v_y$					0	So.Bef.				frei	
c)	frei					0	So.Bef.				frei	
78												
79						frei						
80												

a) Fahrbefehl ohne zusätz-  
 lichen Sonder-  
 bef., zweisepal-  
 tig

b) Fahrbefehl mit  
 zusätzlichem  
 Sonderbef.,  
 zweisepal-  
 tig

c) Sonderbefehl,  
 einspal-  
 tig

Binärwert



$v_x, v_y$

n Takte, Sonderbefehle

L : gelocht

0 : nicht gelocht

In die 80-spaltige Lochkarte werden die Fahrbefehle und Sonderkommandos für die ZUSE Z 64 in binärer Form gestanzt. Von den 80 Spalten können die Spalten 1 - 78 zum Stanzen von Befehlen und Sonderkommandos genutzt werden. Die letzten beiden Spalten-Nr. 79 und 80 dürfen nicht mit Befehlen und Sonderkommandos belegt werden. Dort stehende Information wird als wirkungslos überlesen.

Ein jeder Fahrbefehl umfaßt grundsätzlich 2 Spalten. Kennzeichen dafür ist ein Loch in der ersten Spalte und kein Loch in der zweiten Spalte im Kanal 6. Bei jedem Fahrbefehl kann zusätzlich noch ein Sonderkommando gelocht werden oder nicht (Fall a und b). Das Sonderkommando wird auf der Z 64 nach Ausführung des Fahrbefehls ausgeführt.

Ein Sonderkommando kann aber auch in einer Einzelspalte gelocht sein. Kennzeichen dafür ist, daß kein Loch im Kanal 6 ist.

Zur Vercodung der Fahrbefehle in Sonderkommandos wird die Karte in 2 Zonen eingeteilt. Zone 1 umfaßt die Kanäle 1 - 6, Zone 2 die Kanäle 7 - 12. In Zone 1 werden bei den Fahrbefehlen in die Kanäle 1 - 5 die Werte für  $v_x$  und  $v_y$  in binärer Form gelocht (vgl. hierzu Tab. 1). Zu beachten ist besonders, daß für  $v=0$  nicht etwa die Kanäle 1 - 5 ungelocht bleiben, sondern der Kanal 1 also nur die negative Stufe gelocht ist. Im Falle eines Fahrbefehls muß also für  $v$  irgendeine Lochung vorgenommen werden. Falls dies nicht geschieht, werden von da ab die Lochungen falsch interpretiert.

Im Falle eines in einer Spalte alleinstehenden Sonderbefehls ist es gleichgültig, was im Kanal 1 - 5 gelocht ist. Die dort evtl. stehende Lochung wird zur Steuerung der Z 64 nicht verwendet.

Kanal 6 der Zone 1 ist die oben beschriebene Kennzeichenstelle. In der Zone 2 ist in der Spalte für  $v_x$  die Anzahl der Takte (d.h. wie oft hintereinander der Vektor  $v_x, v_y$  vom GRAPHOMATEN zu fahren ist) in die Kanäle 7 - 12 zu lochen. Dabei entsprechen die Kanäle 7, 8, 9 und 10 den Wertigkeiten 8, 4, 2 und 1 und die Kanäle 11 und 12 den Wertigkeiten 16 und 32 (vgl. auch Tab.2)

In der Spalte für  $v_y$  bzw. in der alleinstehenden Spalte eines Sonderkommandos ist das Sonderkommando in die Kanäle 7 - 10 entsprechend der Tabelle 3 einzulochen. Ist dort keine Lochung vorgenommen, so wird kein Sonderbefehl ausgeführt. Die Kanäle 11 und 12 sind bei den Sonderbefehlen frei. Es ist gleichgültig, ob dort Lochungen sind oder nicht, denn diese Stellen werden nicht gelesen.

Nicht gelochte Spalten werden als wirkungslos betrachtet, d.h. der Kartenleser, der die Karte in Serie spaltenweise liest, überspringt leere Spalten.

Der Kartenleser besitzt ferner eine Einrichtung, durch die für jede der 80 Spalten angegeben werden kann, ob die betreffende Spalte während des Durchlaufs zu lesen ist oder nicht. Diese Tatsache kann dazu benutzt werden, Teile der Karte mit Lochungen zu versehen, die bei der Steuerung des GRAPHOMATEN nicht benutzt werden. Z.B. empfiehlt es sich, in solchen Spalten eine Numerierung der gestanzten Karten vorzunehmen, um diese Steuerkarten jeweils in die richtige Reihenfolge sortieren zu können, falls die Reihenfolge durch irgendwelche Umstände gestört worden ist. Bei dieser Numerierung können die Spalten 79 und 80 mit benutzt werden. Die obengenannte Einrichtung kann nur bei abgeschaltetem Kartenleser manuell vorgenommen werden.

Tabelle 1

L = Loch, o:kein Loch

v	Kanal	1	2	3	4	5
-1		L	L	L	L	L
-2		L	L	L	L	0
-3		L	L	L	0	L
.		usw. binär				
.						
.						
-15		L	0	0	0	L
0		L	0	0	0	0
1		0	0	0	0	L
2		0	0	0	L	0
3		0	0	0	L	L
.		usw. binär				
.						
15		0	L	L	L	L

Tabelle 2

n	Kanal	7	8	9	10	11	12
1		0	0	0	L	0	0
2		0	0	L	0	0	0
.		usw. binär bis n=15					
.							
.							
15		L	L	L	L	0	0
16		0	0	0	0	L	0
17		0	0	0	L	L	0
18		0	0	L	0	L	0
.		usw. binär bis n=31					
.							
.							
31		L	L	L	L	L	0
32		0	0	0	0	0	L
33		0	0	0	L	0	L
.		usw. binär bis n=47					
.							
.							
.							

.  
. .  
47           L   L   L   L   O   L  
48           O   O   O   O   L   L  
49           O   O   O   L   L   L  
              usw. binär bis n=64  
.  
.  
.  
63           L   L   L   L   L   L  
64           O   O   O   O   O   O

Tabelle 3.

Sonderbefehle

Kanal	7	8	9	10	Sonderbefehle
	0	0	0	0	Kein Sonderbefehl
	0	0	0	L	Stift 1 senken
	0	0	L	0	Stift 2 senken
	0	0	L	L	Stift 3 senken
	0	L	0	0	Stift 4 senken
	0	L	0	L	alle Stifte heben
	0	L	L	0	Punktstecken
	0	L	L	L	Zwischenstop
	L	0	0	0	Gravierstift links drehen
	L	0	0	L	Gravierstift rechts drehen
	L	0	L	0	Gravierstift Nullkreis drehen