

Noch mehr Hinweise zur Verwendung der Plotterbefehle

Wenn Sie das Programm PLOT geladen haben, so stehen Ihnen zwar all die zuvor beschriebenen Unterprogramme zur Verfügung. Nach dem Start tut jedoch das Programm nichts weiter, als den Plotter in seine Heimposition zu fahren und den Zeichensatz zu laden. Soll das alles sein? In der Tat fängt jetzt Ihr Beitrag an. Sie müssen ja festlegen, was gezeichnet werden soll. Dazu steht Ihnen der Zeilennummernbereich 1000 bis 19000 zur Verfügung.

Schauen Sie sich diesen Bereich an, indem Sie das Kommando

LIST 1000-19000

eingeben. Sie sollten, je nach Computersystem, etwa folgenden Bildschirmausdruck erhalten:

```
1000 REM
1010 REM *****
1020 REM BEGINN DES BENUTZERPROGRAMMS
1030 REM *****
19000 END
```

Versuchen wir uns zunächst einmal mit den einfachsten Kommandos, LINE und MOVE. LINE zeichnet eine Linie vom aktuellen Standort des Schreibstiftes zu dem in X und Y angegebenen Punkt. Fügen wir etwa in Programm PLOT folgende Zeilen ein:

```
1060 LET X=200 : Y=150
1070 GOSUB 44000 :REM LINE
```

und starten das Programm, so werden wir eine Linie vom aktuellen Standort (X=0,Y=0) zur Position (X=200,Y=150) erhalten. Von dort aus kann die Zeichnung fortgesetzt werden. Ergänzen Sie z.B.:

```
1080 LET X=150 : Y=50
1090 GOSUB 44000 :REM LINE
```

In aller Regel werden die Zeichnungen, die wir erstellen wollen, sich nicht in einem Zuge zeichnen lassen. Für Wegstücke, bei denen der Schreibstift abgehoben sein soll, steht das Kommando MOVE zur Verfügung. Wenn Sie jetzt noch die Zeilen:

```
1040 LET X=50 : Y=200
1050 GOSUB 45000 :REM MOVE
```

hinzufügen, so fängt die erste Linie nicht mehr in der Ecke des Blatts an.

Wie weitläufig können X und Y gewählt werden? Probieren Sie es doch selbst aus! Löschen oder überschreiben Sie die Zeilen 1040 bis 1090 und geben Sie folgendes kleines Programm ein:

```
1040 FOR T=10 TO 700 STEP 10
1050 LET X=T :Y=T
1060 GOSUB 44000 :REM LINE
1070 PRINT "LINIE NACH X=";XJ;" Y=";YJ;
1080 PRINT "XOUT =" ;XOUT;" YOUT=";YOUT
1090 NEXT T
1100 LET X=400 : Y=200
1110 GOSUB 44000 : REM LINE
```

Beachten Sie, was der Plotter macht und verfolgen Sie dabei den Bildschirmausdruck. Der Plotter wird zunächst eine 45°-Schräge zeichnen (X und Y werden gleichermaßen hochgesetzt). Bei Erreichen des Wertes 500 ist der obere Blattrand erreicht. Von dieser Stelle an läuft der Plotter nur noch nach rechts, die Schreibfeder ist angehoben, obwohl das Kommando LINE gegeben wurde. Wird der Wert 680 überschritten, so bleibt der Plotter gar stehen. Eine Überschreitung des Zeichenbereichs ($0 < X < 680$, $0 < Y < 500$) führt also nicht zu einer Beschädigung oder Dejustage des Plotters. Der Plotter versucht, am Blattrand entlang den Bewegungen zu folgen. Am Bildschirm kann verfolgt werden, daß die internen Koordinatenwerte (XJ und YJ für die x- und y-Achse) weiterlaufen. Wenn die Zielkoordinate wieder im Bereich des Zeichenpapiers liegt, schaltet das Programm den Zeichenstift wieder ein. Sie können auch sehen, daß die Wegbegrenzung mit den Flaggen XOUT und YOUT zu tun hat. Durch Abfragen dieser Flaggen nach einer Plotterbewegung können Sie immer feststellen, ob der Plotter den zulässigen Bereich verlassen hat.

In folgendem interessanten Beispiel wollen wir dies

anwenden und uns gleichzeitig mit der relativen Bewegung (RLINE und RMOVE) vertraut machen. Löschen Sie die Zeilen 1040 bis 1110 oder laden Sie einfach erneut das Programm PLOT.

Wir wollen in einem stark vereinfachten Simulationsexperiment die Bahn eines Moleküls in einem Gas aufzeichnen. Das Molekül stößt mit den ihm umgebenden Molekülen zusammen und erhält somit ständig einen neuen Impuls und eine neue Richtung. Die neue Richtung und Reichweite ist statistisch verteilt, so daß insgesamt eine Zitterbewegung entsteht (Brownsche Molekularbewegung). Startpunkt der Bahn ist die Blattmitte; die Bahnelemente werden mit der Zufallsfunktion RND(1) ermittelt. Sobald die Bahn das Zeichenblatt verläßt, wird das Programm beendet.

```
1040 REM
1050 REM SIMULATION DER MOLEKULAR-
      BEWEGUNG
1060 LET X=340 : Y=250 :REM BLATTMITTE
1070 GOSUB 45000 :REM MOVE
1080 LET SZ=0 : REM SCHRITZAEHLER
1090 LET A=100 :REM MAXIMALE REICHWEITE
1100 LET SZ=SZ+1 : REM SCHRITTE MIT-
      ZAEHLEN
1110 LET X=A*(RND(1)-0.5)
1120 LET Y=A*(RND(1)-0.5)
1130 GOSUB 46000 :REM RLINE
1140 PRINT "POSITION ";SZ;" BEI X,Y: ";XJ;YJ
1150 IF XOUT THEN GOTO 1180
1160 IF YOUT THEN GOTO 1180
1170 GOTO 1100 :REM NAECHSTER SCHRITT
1180 PRINT "BAHN BEEDET"
1220 GOSUB 40000 :REM HOME
```

Das Programmbeispiel zeigt, wie bei RLINE Bahnelemente immer ausgehend von der jetzigen Position hinzugefügt werden. Sollte dennoch die absolute Plotterposition interessieren, so kann sie den Variablen XJ und YJ entnommen werden (s. Zeile 1140). Wollen Sie die Grafik noch beschriften? Nichts

leichter als das. Geben Sie folgende Zeilen noch zusätzlich in das obige Programm ein:

```
1190 LET X=0 : Y=0 : R=0 : G=2
1200 LET A$="MOLEKULARBEWEGUNG"
1210 GOSUB 48000 :REM CHAR
```

Nach Abschluß der Grafik wird der Text „MOLEKULARBEWEGUNG“ in die linke untere Ecke des Blatts geschrieben. Wenn Sie Wert auf Groß-/Kleinschrift legen, können Sie die Zeile 1200 auch folgendermaßen eingeben:

```
1200 LET A$="Molekularbewegung"
```

Dies gilt allerdings nur für Computer, die sich an den ASCII-Standard bezüglich der Zeichencodierung halten. Da dies jedoch nicht immer der Fall ist, geben wir in der Tabelle die Zuordnung wieder. Wenn Sie in Programm PLOT die DATA-Zeile suchen, in der ein Zeichen definiert ist, so addieren Sie 62000 zu dem ASCII-Code, um die Zeilennummer zu erhalten.

Gerade die weit verbreiteten Commodore Computer, die sonst auch immer in der Dokumentation von fischertechnik computing erhalten müssen, verwenden einen Zeichensatz, der stark von der ASCII-Norm abweicht. Solange Sie den Computer im Großschrift / Grafikmodus betreiben, stimmen noch die Großbuchstaben, die Satzzeichen und die Zahlen. Wenn Sie jedoch Groß- und Kleinschrift einsetzen wollen und daher mit der Shift- und Commodore-Taste umstellen, sind aus den Großbuchstaben zwar am Bildschirm Kleinbuchstaben geworden, nicht jedoch auf dem Plotter. Sie können allerdings den Zeichensatz des Plotters an den Commodore Zeichensatz anpassen. Hierzu müssen Sie die DATA-Zeilen 62064 bis 62095 an die Zeilen 62192 bis 62223 schreiben. Die vorher dort stehenden DATA-Zeilen werden dabei überschrieben. Die Zeilen 62096 bis 62127 wandern an den Zeilenbereich 62064 bis 62095. Letztlich kann der Bereich 62096 bis 62127 wieder mit nicht definierten Zeichen (zehnmal die Null) aufgefüllt werden. Sie können aber auch genauso gut den Bereich so belassen, wie er vorliegt. Insgesamt müssen am Schluß wieder die gleiche Zahl von DATA-Zeilen vorliegen.

ASCII	DEZ	HEX	ASCII	DEZ	HEX	ASCII	DEZ	HEX	ASCII	DEZ	HEX
NUL	00	00	SP	32	20	*②	64	40	*⑦	96	60
SOH	01	01	!	33	21	A	65	41	a	97	61
STX	02	02	"	34	22	B	66	42	b	98	62
ETX	03	03	*①	35	23	C	67	43	c	99	63
EOT	04	04	*①	36	24	D	68	44	d	100	64
ENQ	05	05	%	37	25	E	69	45	e	101	65
ACK	06	06	&	38	26	F	70	46	f	102	66
BEL	07	07	'	39	27	G	71	47	g	103	67
BS	08	08	(	40	28	H	72	48	h	104	68
HT	09	09	)	41	29	I	73	49	i	105	69
LF	10	0A	*	42	2A	J	74	4A	j	106	6A
VT	11	0B	+	43	2B	K	75	4B	k	107	6B
FF	12	0C	.	44	2C	L	76	4C	l	108	6C
CR	13	0D	-	45	2D	M	77	4D	m	109	6D
SO	14	0E	.	46	2E	N	78	4E	n	110	6E
SI	15	0F	/	47	2F	O	79	4F	o	111	6F
DLE	16	10	0	48	30	P	80	50	p	112	70
DC1	17	11	1	49	31	Q	81	51	q	113	71
DC2	18	12	2	50	32	R	82	52	r	114	72
DC3	19	13	3	51	33	S	83	53	s	115	73
DC4	20	14	4	52	34	T	84	54	t	116	74
NAK	21	15	5	53	35	U	85	55	u	117	75
SYN	22	16	6	54	36	V	86	56	v	118	76
ETB	23	17	7	55	37	W	87	57	w	119	77
CAN	24	18	8	56	38	X	88	58	x	120	78
EM	25	19	9	57	39	Y	89	59	y	121	79
SUB	26	1A	:	58	3A	Z	90	5A	z	122	7A
ESC	27	1B	;	59	3B	*③	91	5B	*⑧	123	7B
FS	28	1C	<	60	3C	*④	92	5C	*⑨	124	7C
GS	29	1D	=	61	3D	*⑤	93	5D	*⑩	125	7D
RS	30	1E	>	62	3E	*⑥	94	5E	*⑪	126	7E
US	31	1F	?	63	3F	—	95	5F	DEL	127	7F

	①	②	③	④	⑤	⑥	⑦	⑧	⑨	⑩	⑪	
Hexadezimal	23	24	40	5B	5C	5D	5E	60	7B	7C	7D	7E
English (USA)	#	\$	@	[	\	\]	^	~	{	|	}	~
Deutsch	#	\$	§	Ä	Ö	Ü	-	-	ä	ö	ü	ß

Die ganze Aktion wird man vorteilhafterweise mit einem sog. Programmier-Toolkit vornehmen, das Neunumerierung mit Blocktransfer gestattet. Sie kann aber auch mit dem Buchstaben-Generatorprogramm vorgenommen werden, das beim C64 übrigens mit dem Kommando

GOTO 63000

aufgerufen wird.

Noch ein paar weitere Tricks zur Benutzung des Buchstabensatzes. Was in dem Zeichenvorrat des Plotterprogramms nach dem Z folgt, hat mit ASCII nichts mehr zu tun. Vielmehr finden Sie dort (nach DIN) die deutschen Sonderzeichen Ä Ö Ü ä ö ü und ß zusammen mit dem Hochpfeil und dem Überstrich. Wenn Ihr Computer eine ASCII-Tastatur hat, werden Sie in aller Regel die Zeichen [\] / verwenden müssen. Außerdem taucht anstelle des amerikanischen @-Zeichens der deutsche § auf. Wenn die Zeichen auf der Tastatur nicht anders erreichbar sind, verwenden Sie die CHR\$()-Funktion; z.B.:

LET A\$="nicht m"+CHR\$(124)+"glich!"

Um Zahlenwerte auf das Papier zu bringen, können Sie die STR\$()-Funktion verwenden. Um bei unserem Beispiel zu bleiben, ändern wir die Zeile 1200 nochmals ab:

**1200 LET A\$="Molekularbewegung in
"+STR\$(SZ)+" Schritten"**

Es ist auch möglich, Texte übereinander zu schreiben. Zum einen kann hierfür ein erneuter Aufruf mit den entsprechenden Koordinaten gewählt werden. Andererseits kann aber auch mit dem ASCII-Steuerzeichen 8 (back space) um einen Buchstabenrahmen zurückgesetzt werden. Wenn Sie z.B. den String

A\$="0"+CHR\$(8)+"/"

absetzen, erhalten Sie eine Null mit Schrägstrich. Dies soll nur die Methode zeigen; wenn Sie die Null mit Schrägstrich vorziehen, werden Sie wohl besser das Buchstaben-Generatorprogramm benutzen, um

den Zeichenvorrat dauerhaft zu ändern. Das Steuerzeichen 8 ist übrigens das einzige Steuerzeichen, das von den Unterprogrammen CHAR und RCHAR ausgewertet wird.

Hier wieder ein Hinweis für Besitzer von Commodore Computern. Wenn Sie statt des Backspace-Zeichens das gewohntere „Cursor nach links“-Zeichen verwenden wollen, so ändern Sie Zeile 48070 im Programm PLOT folgendermaßen ab:

**48070 IF MID\$(A\$,10,1)=CHR\$(157)
THEN XNEU%=-5 :YNEU%=3 :PEN=0
:GOTO 48220**

Im nächsten Beispiel wollen wir uns mit den Unterprogrammen SET ORIGIN, ORIGIN und SCALE befassen. Diese Unterprogramme dienen letztlich unserer Bequemlichkeit. Der Zahlenbereich der Grafik wird nämlich in aller Regel nichts mit der Zahl der auf das Papier zu bringenden Plotterschritten zu tun haben. Wollen Sie z.B. einen Temperaturverlauf darstellen, so wird sich der Temperaturwertebereich (Y-Achse) vielleicht von -20 bis +40 erstrecken. Die X-Achse mag vielleicht eine Minuteneinteilung von 0 bis 60 erhalten. Um nicht bei jedem Problem dieser Art sich die Umrechnung überlegen zu müssen (und dabei vielleicht gar noch Programmierfehler einzubauen), ist sie in dem Unterprogramm SCALE enthalten. Das nachfolgende Beispiel zeigt die Benutzung von SCALE; es zeichnet jetzt allerdings nicht den Temperaturverlauf, sondern malt nur ein Fenster um die Fläche, die für die Darstellung vorgesehen ist. Sie können ja das Beispiel noch beliebig ausbauen. Auch werden wir das Programm später noch wesentlich vereinfachen.

**1040 REM
1050 REM BILDERRAHMEN
1060 LET X1=0 : X2=60 :REM ZEITBEREICH
1070 LET Y1=-20 : Y2=80 :REM
TEMPERATURBEREICH
1080 GOSUB 43000 :REM SCALE
1090 GOSUB 1170 :REM PLOTTE RAHMEN
1100 GOSUB 41000 :REM ORIGIN
1140 END**

**1150 REM
1160 REM PLOTTE RAHMEN
1170 LET X=0 : Y=-20
1180 GOSUB 45000 :REM MOVE
1190 LET X=0 : Y= 40
1200 GOSUB 44000 :REM LINE
1210 LET X=60 : Y=40
1220 GOSUB 44000 :REM LINE
1230 LET X=60 : Y=-20
1240 GOSUB 44000 :REM LINE
1250 LET X=0 : Y=-20
1260 GOSUB 44000 :REM LINE
1270 RETURN**

In der Zeile 1100 wird der Plotter in den Ursprung des Koordinatensystems gefahren, d.h. in die Position X=0, Y=0. Beachten Sie, daß er damit nicht in der linken unteren Ecke des Papiers steht. Der Nullpunkt des Koordinatensystems kann auf jede beliebige andere Position des Zeichenblatts verschoben werden. Hierzu dient das Unterprogramm SET ORIGIN. Da dabei die Skalierung nicht verändert wird, verschieben sich auch die Unter- und Obergrenzen des Plotbereichs. Die Wirkung des Unterprogramms SET ORIGIN wollen wir durch Hinzufügen von drei Zeilen studieren:

**1110 LET X=30 : Y=10
1120 GOSUB 42000 :REM SET ORIGIN
1130 GOSUB 1170 :REM PLOTTE RAHMEN**

Starten Sie das Programm nochmals und vergleichen Sie mit dem vorigen Ergebnis. Der erste Rahmen wird wie bisher gemalt. Nachdem der Plotstift im Koordinatenursprung steht, wird jener verschoben. Beim erneuten Zeichnen des Rahmens bemerkt man die Verschiebung, die u.a. dazu führt, daß an der oberen und rechten Blattkante eine Bereichsüberschreitung auftritt und daher der Schreibstift abhebt. Man kann sich somit vorstellen, daß das Kommando SET ORIGIN die Plotfläche wie ein Fenster über die Zeichenebene verschiebt.

Wie oben schon angekündigt, können Sie das Programm auch vereinfachen. Anstelle des Unterprogramms, das den Rahmen zeichnet, verwenden Sie

das vorgefertigte Plottertool BOX. Ersetzen Sie die Zeilen 1170 bis 1270 folgendermaßen:

```
1170 LET XA=0 : YA=-20 : XE=60 :  
      YE=40 : S=0  
1180 GOSUB 20000 :REM BOX  
1190 RETURN
```

Wenn Sie sich mit den Steuerparametern von SCALE und BOX soweit vertraut gemacht haben, werden Sie wenig Mühe haben, das Unterprogramm AXIS zu verwenden. Bleiben wir bei dem zuvor gewählten Zahlenbeispiel, der Temperaturverteilung zwischen -20 und +40 °C über einer Zeitachse von 0 bis 60 Minuten. Die folgenden Programmzeilen legen für diesen Zweck das Koordinatensystem an:

```
1040 REM  
1050 REM KOORDINATENSYSTEM FUER  
      TEMPERATURVERTEILUNG  
1060 LET XA=30 : YA=0 : XE=680 : YE=500  
1070 REM NUTZT FAST DIE GANZE PAPIER-  
      GROESSE  
1080 LET X1=0 : Y1=-20 : X2=60 : Y2=40  
1090 REM LEGT DEN WERTEBEREICH FEST  
1100 SK=1 :REM ACHSENBSCHRIFTUNG  
      VORNEHMEN  
1110 X$="Zeit (min)" :REM TEXT X-ACHSE  
1120 Y$="Temperatur (" +CHR$(127)+"C)"  
1130 GOSUB 22000 : REM AXIS
```

In Zeile 1120 wird der Text um ein Sonderzeichen mit Code Nr. 127 ergänzt. Das Zeichen soll das Gradsymbol, die hochgestellte Null, darstellen. Da dieses Zeichen im Programm PLOT noch nicht definiert ist, muß es mit dem Buchstaben-Generatorprogramm erzeugt werden. Ein entsprechender Lauf ergibt folgende DATA-Zeile, die anstelle der bisherigen eingesetzt werden muß:

```
62127 DATA 1657,5869,8998,9786,6600,0,0,0,0
```

Das Unterprogramm AXIS legt entsprechend der Definition des Zeichenbereichs und des Wertebereichs die Skalierung fest (ähnlich Unterprogramm SCALE). Um sich davon zu überzeugen, können wir abschließend noch eine Diagonale über das Papier

zeichnen, wobei die Endpunkte im skalierten Bezugssystem angegeben sind.

```
1140 LET X=0 : Y=-20  
1150 GOSUB 45000 :REM MOVE  
1160 LET X=60 : Y=40  
1170 GOSUB 44000 :REM LINE
```

Das Unterprogramm AXIS gestattet Ihnen auf recht einfache Art und Weise, auch nur einen Teil des Papierformats zu benutzen. Wenn Sie die Zeichnung z.B. auf die linke Blatthälfte beschränken wollen, ändern Sie lediglich Zeile 1060 (und 1070) ab:

```
1060 LET XA=30 : YA=0 : XE=340 : YE=500  
1070 REM NUTZT DIE HALBE PAPIER-  
      GROESSE
```

Nun noch ein Hinweis zum Einsatz des Unterprogramms CIRCLE. Wie in der Anleitung geschildert, lassen sich damit nicht nur Kreise und Ellipsen, sondern auch Kreis- und Ellipsenbögen zeichnen. Der Bogen wird durch Anfangs- und Endwinkel bezeichnet. Dabei wurde für die Winkelparameter WA und WE eine Angabe im Gradmaß festgelegt. Viele Computer besitzen jedoch nicht die Möglichkeit mit Gradmaß zu hantieren, sondern verlangen immer das Bogenmaß. In diesem Fall kann eine der folgenden Umrechnungen benutzt werden:

```
WGRAD=WBOGEN*45/ATN(1)  
WGRAD=WBOGEN*180/PI :REM FALLS PI  
DEFINIERT IST
```

Andererseits kann auch das Unterprogramm CIRCLE modifiziert werden, indem in den Zeilen 21040, 21050, 21090, 21100, 21130 und 21140 jeweils der Faktor ATN(1)/45 entfällt, also z.B.:

```
21040 LET X=XA+RX*COS(WA)
```

Zum Abschluß dieser Ergänzungen ein paar Hinweise zur Benutzung des Programms D3. Starten Sie das Programm; Sie werden feststellen, daß es einen dreidimensionalen Körper plottet. Es muß allerdings nicht bei diesem Beispielplot bleiben. Das Programm ist so angelegt, daß die Kanten des dreidimensionalen Körpers in einem Feld von DATA-Zei-

len abgelegt sind. Durch Ändern dieser DATA-Zeilen können Sie jedes beliebige dreidimensionale Objekt, das aus geradlinigen Kanten aufgebaut ist, zeichnen lassen. Der Betrachtungswinkel wird nach dem Programmstart eingegeben, so daß Sie das Objekt aus allen Richtungen anschauen, es sozusagen drehen und wenden können.

Wie geht man jetzt bei der Übertragung der Konstruktion in die DATA-Zeilen vor? Sie gehen von einem dreidimensionalen Koordinatensystem aus, in dem Sie das Objekt plazieren; x für die Breite, y für die Tiefe und z für die Höhe. Der Wertebereich, in dem Sie das Objekt definieren, ist beliebig, denn das Programm D3 optimiert die Darstellung auf die Blattgröße. Die Eckpunkte des Körpers werden nun als Dreierpaket in der Reihenfolge x, y und z aufgeschrieben. Sortieren Sie nun die Eckpunkte so, daß die Verbindungslinien zwischen den Eckpunkten möglichst in einem Zug gezeichnet werden können. Vermeiden Sie nach Möglichkeit Positionierbewegungen mit erhobenem Zeichenstift; sie erfordern nur ein Mehr an DATA-Zeilen und zusätzliche Plotzeit. Gegebenenfalls werden Sie einen Eckpunkt mehrmals anfahren müssen, z.B. wenn mehr als zwei Linien einmünden. Der Eckpunkt taucht dann auch mehrfach in der Koordinatenliste auf.

Wenn Sie die Koordinaten nach der optimalen Plotterbewegung arrangiert haben, ergänzen Sie sie jeweils noch mit einer Eins oder Null an vierter Stelle. Bei einer Eins zeichnet der Plotter eine Linie ausgehend vom letzten Eckpunkt zu dem jetzigen. Bei einer Null wird der neue Eckpunkt mit erhobenem Schreibstift angefahren.

Die so entstandene Zahlentabelle wird dann in Form von DATA-Zeilen eingegeben, die hinter den DATA-Zeilen des Buchstabensatzes folgen. Den Abschluß bildet eine DATA-Zeile mit den Werten 0,0,0, -1.

Wir hoffen, mit diesen zusätzlichen Hinweisen Ihnen Anregungen zum Einsatz des Plotters und seiner Software gegeben zu haben, Ihnen aber auch Mut gemacht zu haben, die Plottersoftware durch gezielte Änderungen optimal an Ihre Bedürfnisse und Ihren Computer anzupassen.