3D-Funktionsgrafiken auf dem C 128

Durch Umwandlung mathematischer Formeln in Computergrafik lassen sich verblüffende Bilder erzielen. Hier werden Funktionen und Meßwert-Reihen in HiRes-Grafik gezeichnet.

Dieses Programm erzeugt Grafiken im 3D-Format durch selbstgewählte Funktionen und eingegebene Stützstellen (Meßwerte). Es ist in Basic 7.0 geschrieben, kann also gegebenenfalls auch an andere Basic-Erweiterungen angepaßt werden.

Bedienungsanleitung

Nachdem Sie das Programm »Flächen im IR ↑ 3« (Listing 1) im C128-Modus abgetippt und gespeichert haben, starten Sie es durch RUN. Sie sehen nun das Menü mit sieben verschiedenen Auswahlmöglichkeiten:

1) Dies ist der Unterpunkt »Grafiken speichern«. In diesem Menüpunkt können Sie die unter Punkt 6) erzeugten Grafiken auf Diskette speichern. Für den Namen geben Sie bitte maximal 14 Buchstaben ein und schließen die Eingabe mit <RETURN> ab.

2) Diese Funktion dient zum Laden der mit Punkt 6) erstellten Grafiken. Dazu müssen Sie nur den Namen der Grafik (ohne die Kennung »G>«) eingeben. Schließen Sie die Eingabe mit <RETURN> ab. Der Bildschirm wird auf HiRes-Modus umgeschaltet und die Bilddaten langsam von Diskette in die Speicherstellen gePOKEt. Ist das Bild fertig aufgebaut, erscheint alle 10 Sekunden das Wort »TASTE«. Außerdem ertönt ein Gong. Mit einem beliebigen Tastendruck gelangt man wieder in das Hauptmenü.

3) Unter diesem Menüpunkt können Sie eine eigene Meßreihe oder sonstige strukturierte zusammenhängende Daten eingeben. Zuerst geben Sie Ihrer Meßreihe einen Namen und quittieren diesen mit <RETURN>.

Zum besseren Verständnis werden die folgenden Schritte anhand des Beispiels »Windkanal« erläutert:

Mit einem Luftdruckmeßgerät wird einfach der Durchmesser der Düse entlang der X-Achse abgefahren und alle 10 mm der Luftdruck gemessen (siehe Bild 1). Diesen kann man als Diagramm auftragen (rechte Kurve im Windkanal, Bild 2). Macht man dasselbe noch einmal im Abstand von 10, 20, 30... cm von der Düse, bekommt man mehrere Meßreihen.

Im Grunde wird die ganze Fläche vor der Düse abgetastet und die Windgeschwindigkeit registriert. Die Fläche wird in X und Y aufgeteilt, welche vor jeder Windmessung fest eingeteilt ist (Parameter).

Die Meßgröße »Windstärke« kann symbolisch in der erzeugten Grafik nach oben aufgetragen werden und man erhält dadurch ein Geschwindigkeitsfeld für die ausströmende Luft.

Ein Beispiel: Sie möchten 20 Messungen in der Düse vornehmen, also geben Sie für den X-Wert 20 ein.

Die Messung soll aus drei Meßreihen bestehen (0 cm, 20 cm und 30 cm), demzufolge: Y=3.

Die nun folgende Frage nach den min/max-Werten müßte nun zum Beispiel mit $X_{min}=0$, $X_{max}=20$, $Y_{min}=0$, $Y_{max}=30$ beantwortet werden. In die Kommentarzeile geben Sie bitte einen Text ein, der während des Ladevorganges ausgegeben wird (eine leere Eingabe kann zu Fehlern führen).

Zu Ihrer Erleichterung sind die zu erwartenden Parameterwerte schon vorgegeben. Stimmen Sie mit Ihren Werten überein, so drücken Sie bitte nur <RETURN>. Andernfalls korrigieren Sie die Werte und löschen den Rest mit der Space-Taste. Die Eingabe des Meßwertes Z leitet ein Gong ein. Erfolgt keine Eingabe, so lautet der jeweilige Meßwert = 0.

Nach der Abfrage, ob alles korrekt war, werden die Meßdaten auf Diskette gespeichert und das Programm kehrt in das Hauptmenü zurück.

4) In diesem Unterpunkt liest das Programm die unter Punkt 3) erstellten Meßwert-Tabellen in den Speicher ein. Sind die Daten komplett eingelesen, so erscheint ein kleines Menü. Sie finden folgende Auswahlmöglichkeiten vor:

T - Hier können Sie noch einmal die aus den Meßwerten erzeugte Tabelle einsehen. Ein anschließender Tastendruck am Ende bringt Sie wieder in das kleine Untermenü.

G - Die Meßwerte werden in eine 3D-Netzgrafik umgewandelt, die dann in HiRes auf dem Bildschirm erscheint. Die Meßwerte der Grafik dienen als Stützstellen, die zweimal (parallel zur X- und Y-Achse) abgetastet werden. Damit man den räumlichen Effekt besser erkennt, zeichnet das Programm den Rand der Nullebene (Z = 0 für alle X, Y) und verbindet die Ecken der Grafik-Fläche zu einem Sockel. Die Seitenwände dieses Sockels werden ausgefüllt, falls die Meßwerte größer Null sind. Die Grafik ist so dimensioniert, daß sie immer komplett auf dem Bildschirm erscheint.

Alle 10 Sekunden erscheint das Wort »TASTE«. Bei Tastendruck gelangen Sie wieder in das kleine Untermenü. Sie können beliebig oft zwischen T und G wechseln. Mit E und <TASTE> gelangen Sie wieder in das Hauptmenü.

5) Eine Druckerroutine ist im Programm nicht enthalten, da insbesondere für Grafiken die Drucker unterschiedliche Software benötigen. Mit der Taste 5 erhalten Sie einen Hinweis, wo Sie Druckerroutinen im Programm einbauen können.

6) Dies ist die interessanteste Funktion des Programms. Hier können Sie Funktions-Grafiken berechnen, die ähnlich den Bildern 3 und 4 aussehen können.

Nach Anwahl dieses Unterpunktes fragt Sie das Programm zuerst, ob Sie die Funktionsgleichung ansehen wollen (beim Start des Programmes ist dies die Nullfunktion). Danach erfolgt eine Abfrage, ob die Funktion geändert werden soll. Ist dies der Fall, so geben Sie bitte J ein. Ändern Sie nun die Funktion, schließen die Zeile mit <RETURN> ab und starten das Programm erneut. Wenn Sie nun die oben erwähnten Abfragen jeweils mit N quittieren, dann möchte das Programm von Ihnen die Intervalle von X und Y wissen, in denen die Funktion gezeichnet werden soll (die Werte der Intervalle sollten nicht zu groß gewählt werden - am besten zwischen 0,5 und 2). Die Intervalle sind symmetrisch, das heißt, wenn Sie für X1=5 eingeben, läuft das Intervall von -5 bis +5.

Die Grafik ist für den Bildschirm nicht dimensioniert. Mit dem Dehnungsfaktor können Sie die Grafikfläche dehnen oder stauchen:

- Stauchen: 0<den<1
- Dehnen : den>1

Wahlweise kann ein Achsenkreuz mit in die Grafik eingezeichnet werden.

Bei Eingabe von »K« wird die Funktion in zwei senkrecht zueinander liegenden Geradenscharen abgetastet (Bild 3).

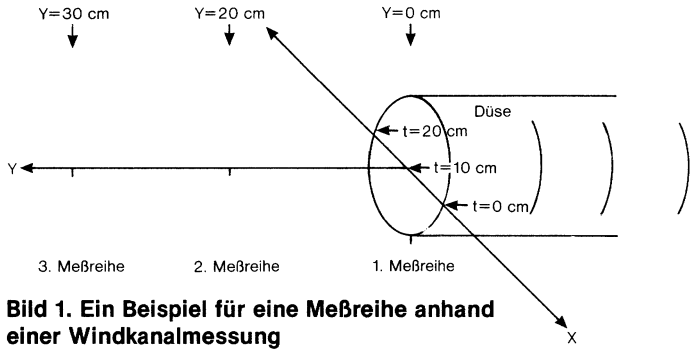


Bild 1. Ein Beispiel für eine Meßreihe anhand einer Windkanalmessung

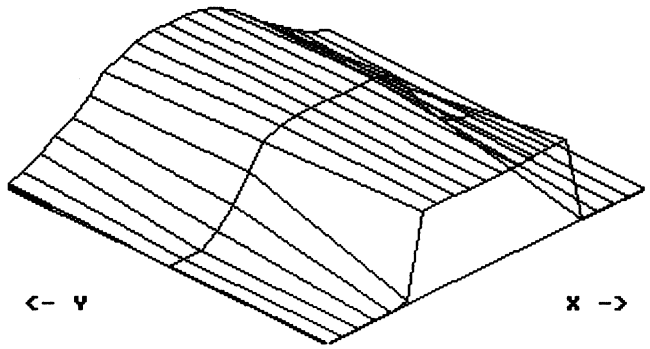


Bild 2. Das Meßdiagramm für die Windkanalmessung

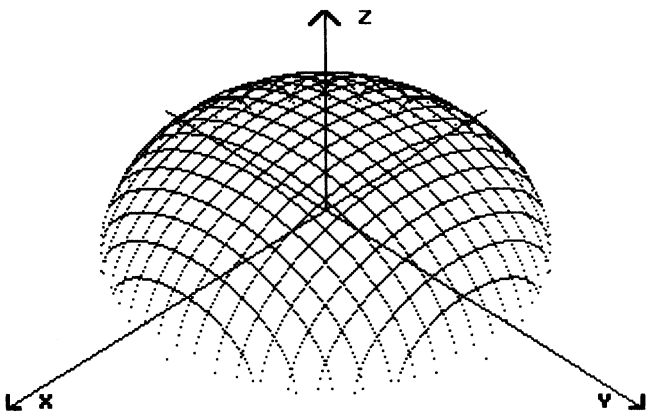


Bild 3. Die Form einer Halbkugel ist deutlich erkennbar

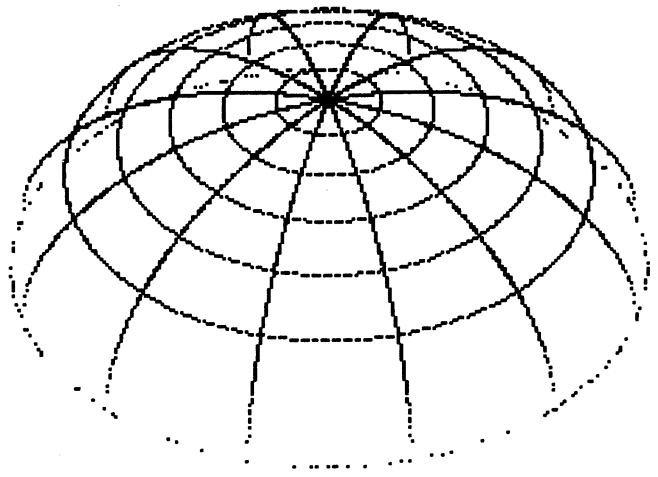


Bild 4. Diese Funktion sieht wie ein etwas breiterer Frisbee aus

Die Eingabe von »P« tastet die Funktion in Ringen und Strahlen ab (Bild 4).

Danach fehlt nur noch die Anzahl der Linien (2..50) oder, falls <P> gewählt wurde, die Anzahl der Kreise und Strahlen.

Um eine Grafik komplett auf den Bildschirm zu bekommen, probieren Sie erst einmal mit kleiner Linienanzahl aus, wie die Grafik ungefähr aussehen wird und wo sie liegt. Ist dies geschehen und die Grafik liegt wie gewünscht, so können Sie die Berechnung noch einmal mit höherer Auflösung starten.

Möchten Sie einen ersten Überblick über die 3D-Darstellung erhalten, so lassen Sie erst einmal die Nullfunktion berechnen. Diese Grundfläche wird bei anderen Funktionen im Raum praktisch gedehnt und verzerrt.

7) Verlassen des Programms. Es wird einfach durch ein END beendet.

Erweiterungsvorschläge

Die unter Punkt 6) erzeugten Grafiken sind durchsichtig. Um verdeckte Flächen nicht zu zeichnen, kann das Programm wie folgt abgewandelt werden:

Definition zweier weiterer Funktionen XX(X) und YY(Y), welches die partiellen Ableitungen von Z(X) sind:

$$\left(\frac{\delta Z(x,y)}{\delta x} \cdot \frac{\delta Z(x,y)}{\delta y} \right)$$

Die Gerade im Raum, die genau in das Betrachterauge zeigt (also in der Grafik als Punkt dargestellt werden würde), besitzt folgende Koordinaten: 1, 1, 5/6 *$\sqrt{3}$.

Ist das Skalarprodukt zwischen der Betrachtergerade (Sichtvektor) und dem Flächennormalenvektor

$$\left(-\frac{\delta z}{\delta x} , -\frac{\delta z}{\delta y} , 1 \right) = (-XX(X), -YY(Y)-1)$$

kleiner Null (Winkel zwischen F-Vektor und S-Vektor > 90°), soll die Fläche nicht gezeichnet werden. Also:

```
220 IF 5*SQR(3)/6-XX(X)-YY(Y)<0 THEN 250
```

Die Funktionen müssen dabei analytisch berechnet werden. Wem die Grafik zu langsam läuft, sollte folgende FAST- und SLOW-Befehle eingeben:

```
385 FAST
425 SLOW
475 FAST
515 SLOW
2120 FAST
2420 SLOW
```

Dabei wird, wie bekannt, der Bildschirm für die Dauer der Berechnung abgeschaltet. (Wolfgang Hummel/dm)

Listing 1. Programm »Flächen im IR↑3«.
Bitte im C128-Modus eingeben.

```
150 COLOR 0,7: COLOR 1,2: COLOR 4,12: GRAPHI
    C 1: GRAPHIC 0
160 BR=320: LE=200: DX=25: DY=25
170 DIM M(DX,DY,2): REM MESSWERTE
180 GOTO 270
190 :
200 REM PROCEDURE PUNKTSETZEN
210 :
220 IF X=0 AND Y=0 THEN 250
230 T=LE/2*(1+(X/X1+Y/Y1)/2-FN Z(X)*(X1+Y1)*
    DEN): L=BR/2*(1+Y/(2*Y1)-X/(2*X1))
240 IF L>=0 AND L<BR AND T>=0 AND T<LE THEN
    DRAW 1,L,T
250 RETURN
260 :
270 PRINT "{CLR,DOWN} {RVSON,10SPACE}FLAECHE
    N IM IR↑3{12SPACE,RVOFF} "
280 PRINT "{DOWN} GRAFIKAUFLOESUNG :{2SPACE}
```

```
    320 * 200"
300 PRINT "{DOWN} {RVSON}1{RVOFF} = GRAFIKBI
    LDSCHIRM SPEICHERN": PRINT "{DOWN} {RVSO
    N}2{RVOFF} = GRAFIKBILDSCHIRM LADEN": PR
    INT "{DOWN} {RVSON}3{RVOFF} = MESSWERTE
    SPEICHERN": PRINT "{DOWN} {RVSON}4{RVOFF
    } = MESSWERTE LADEN"
310 PRINT "{DOWN} {RVSON}5{RVOFF} = DRUCKERR
    OUTINE"
320 PRINT "{DOWN} {RVSON}6{RVOFF} = GRAFIK D
    URCH 2-PAR. FUNKT. "
330 PRINT "{DOWN} {RVSON}7{RVOFF} = ENDE{2SP
    ACE}"
340 GET T$: IF T$="" OR ASC(T$)<49 OR ASC(T$
    )>55 THEN 340
350 :
360 : REM GRAFIK SAVEN
370 :
380 IF T$="1" THEN BEGIN : INPUT "{DOWN} NAM
    EN DES GRAFIKFILES :";C$
390 GRAPHIC 2,0,22: PRINT "{14DOWN} DAS SPEI
    CHERN DAUERT CA 5 MIN": C$="G>"+C$
410 DOPEN #3,(C$),W
420 FOR I=8192 TO 16191: PRINT#3,PEEK(I): NE
    XT : DCLOSE #3: GRAPHIC 0: C$="": T$="":
     BEND
440 :
450 REM GRAFIK LADEN
460 :
470 IF T$="2" THEN BEGIN : INPUT "{DOWN} NAM
    EN DES GRAFIKFILES :";C$: GRAPHIC 1,1: C
    $="G>"+C$
480 DOPEN #3,(C$)
490 FOR I=8192 TO 16191: INPUT#3,B: POKE I,B
    : NEXT : DCLOSE #3: T$="": C$=""
510 PRINT "{20DOWN,16RIGHT,RVSON}ZZ TASTE ZZ
    {RVOFF}"
520 DO WHILE H$=""
530 GET H$: GRAPHIC 1,0: SLEEP 8
540 GRAPHIC 2,0,23: PRINT CHR$(7);"{UP}": SL
    EEP 1: GET H$: LOOP
550 H$="": PRINT "{CLR}": GRAPHIC 0
560 BEND
570 :
580 REM MESSWERTE SPEICHERN
590 :
600 IF T$="3" THEN BEGIN : L$="D>"
610 INPUT "{CLR,2DOWN} NAME DER MESSUNG :";C
    $
620 IF LEN(C$)>14 THEN PRINT "{DOWN} {RVSON}
    ZZ ZU LANG ZZ{RVOFF}": GOTO 610
630 C$=L$+C$
640 INPUT "{DOWN} ANZAHL DER X-WERTE:";AX
650 IF AX<3 OR AX>DX THEN PRINT "{DOWN} 3 <
    AX <";DX: GOTO 640
660 INPUT "{DOWN} ANZAHL DER Y-WERTE:";AY
670 IF AY<3 OR AY>DY THEN PRINT "{DOWN} 3 <
    AY <";DY: GOTO 660
680 INPUT "{DOWN} X MIN , X MAX";X1,X2
690 INPUT "{DOWN} Y MIN , Y MAX";Y1,Y2
700 PRINT "{DOWN} SIE KOENNEN EINE ZEILE 'DA
    TENHINWEISE'{2SPACE}EINGEBEN ": S$="*"
710 INPUT "{DOWN}>";S$: PRINT "{DOWN} EINEN
    MOMENT BITTE"
720 FOR J=1 TO AY: FOR I=1 TO AX: FOR K=0 TO
     2: M(I,J,K)=0: NEXT : NEXT : NEXT
730 PRINT "{CLR,DOWN} X & Y SIND DIE PARAMET
    ER"
740 PRINT "{DOWN} Z IST DER MESSWERT (BEACHT
    E GONG){2DOWN}"
750 IF M$="" THEN BEGIN : FOR J=1 TO AY: I=1
    : PRINT "{2DOWN}"
752 PRINT USING " {RVSON}Y{RVOFF} ={2SPACE}#
    ###.###";Y1+(Y2-Y1)*(J-1)/(AY-1)
754 INPUT "{UP,5RIGHT}";M(I,J,1): PRINT
756 FOR I=1 TO AX: PRINT USING " X ={2SPACE}
    ####.###";X1+(X2-X1)*(I-1)/(AX-1): INPUT
     "{UP,5RIGHT}";M(I,J,0): M(I,J,1)=M(1,J,
    1): PRINT CHR$(7)
758 PRINT USING " Z( ####.###";M(I,J,0)
760 PRINT USING "{UP,12RIGHT} ,####.###) = "
    ;M(I,J,1)
761 INPUT "{14LEFT}";M(I,J,2): PRINT
762 PRINT : NEXT I: NEXT J
764 BEND
800 IF M$="J" THEN BEGIN : FOR J=1 TO AY: I=
    1: PRINT "{2DOWN}"
802 PRINT USING " {RVSON}Y{RVOFF} ={2SPACE}#
    ###.###";M(I,J,1)
804 INPUT "{UP,5RIGHT}";M(I,J,1): PRINT
806 FOR I=1 TO AX: PRINT USING " X ={2SPACE}
    ####.###";M(I,J,0): INPUT "{UP,5RIGHT}";
    M(I,J,0): M(I,J,1)=M(1,J,1): PRINT CHR$(
    7)
808 PRINT USING " Z( ####.###";M(I,J,0)
810 PRINT USING "{UP,12RIGHT} ,####.###) = "
    ;M(I,J,1)
812 PRINT USING "{UP,28RIGHT} ####.###";M(I,
    J,2)
814 INPUT "{14LEFT}";M(I,J,2): PRINT
816 PRINT : NEXT I: NEXT J: BEND
860 PRINT "{DOWN} MESSWERTE VERBESSERN = {RV
    SON}J"
870 GET M$: IF M$="" THEN 870
880 IF M$="J" THEN 750
900 M$="": PRINT "{DOWN} SPEICHERN => {RVSON
    }ZZ TASTE ZZ"
910 GET J$: IF J$="" THEN 910
920 DOPEN #4,(C$),W: PRINT#4,S$: PRINT#4,AX:
     PRINT#4,X1: PRINT#4,X2: PRINT#4,AY
930 PRINT#4,Y1: PRINT#4,Y2
940 FOR J=1 TO AY: FOR I=1 TO AX: FOR K=0 TO
     2: PRINT#4,M(I,J,K): NEXT K: NEXT I: NE
    XT J
950 DCLOSE #4: PRINT "{DOWN} FERTIG": C$="":
     T$="": BEND
970 :
980 REM MESSWERTE ZEICHNEN
990 :
1000 IF T$="4" THEN BEGIN
1010 INPUT "{DOWN} FILENAME :";C$: IF LEN(C$
     )>14 THEN PRINT " {RVSON}ZU LANG{RVOFF}
     ": GOTO 1010
1020 C$="D>"+C$: DOPEN #4,(C$)
1030 INPUT#4,S$,AX,X1,X2,AY,Y1,Y2: PRINT "{D
     OWN} ";S$
1040 FOR J=1 TO AY: FOR I=1 TO AX: FOR K=0 T
     O 2
1050 INPUT#4,M(I,J,K): NEXT : NEXT : NEXT :
     DCLOSE #4: MAX=0: MIN=0
1060 FOR I=1 TO AX: FOR J=1 TO AY
1070 IF M(I,J,2)>MAX THEN MAX=M(I,J,2)
1080 IF M(I,J,2)<MIN THEN MIN=M(I,J,2)
1090 NEXT : NEXT
1100 CX=LE/(MAX-MIN+X2-X1+Y2-Y1): LS=(LE+(MI
     N-MAX)*CX)/2
1110 PRINT "{CLR,DOWN} {RVSON}G{RVOFF} = GRA
     FIK"
1120 PRINT "{DOWN} {RVSON}T{RVOFF} = TABELLE
     "
1130 PRINT "{DOWN} {RVSON}E{RVOFF} = ENDE"
1140 GET I$: IF(I$<>"G" AND I$<>"T" AND I$<>
     "E") THEN 1140
1150 IF I$="G" THEN BEGIN
1160 COLOR 0,7: COLOR 1,2: COLOR 4,12
1170 GRAPHIC 1,1
1180 FOR J=1 TO AY: FOR I=1 TO AX
1190 X=M(I,J,0): Y=M(I,J,1): Z=M(I,J,2)
1200 L=BR/2*(1+(X-X1)/(X2-X1)-(Y-Y1)/(Y2-Y1)
     )
1210 T=LE+(MIN-Z)*CX-LS*((X-X1)/(X2-X1)+(Y-Y
     1)/(Y2-Y1))
1220 IF HI=J THEN DRAW 1,L2,T2 TO L,T: ELSE
     BEGIN : DRAW 1,L2,T2: DRAW 1,L,T: BEND
1230 L2=L: T2=T: HI=J: NEXT : NEXT
1240 FOR I=1 TO AX: FOR J=1 TO AY
1250 X=M(I,J,0): Y=M(I,J,1): Z=M(I,J,2)
1260 L=BR/2*(1+(X-X1)/(X2-X1)-(Y-Y1)/(Y2-Y1)
     )
1270 T=LE+(MIN-Z)*CX-LS*((X-X1)/(X2-X1)+(Y-Y
```

```
     1)/(Y2-Y1))
1280 IF HI=I THEN DRAW 1,L2,T2 TO L,T: ELSE
     BEGIN : DRAW 1,L2,T2: DRAW 1,L,T: BEND
1290 L2=L: T2=T: HI=I: NEXT : NEXT
1300 CHAR 1,35,22,"X ->": CHAR 1,1,22,"<- Y"
1310 T1=LE+MIN*CX: T3=T1-LS
1320 T4=LE+(MIN-M(1,1,2))*CX: T5=LE+(MIN-M(A
     X,1,2))*CX-LS: T6=LE+(MIN-M(1,AY,2))*CX
     -LS
1330 IF T1<LE THEN BEGIN : DRAW 1,0,T3 TO BR
     /2,T1 TO BR-1,T3: DRAW 1,0,T3 TO 0,T6:
     DRAW 1,BR/2,LE-1 TO BR/2,T1: DRAW 1,BR-
     1,T3 TO BR-1,T5
1340 IF T6<T3 THEN PAINT ,1,T3-1
1350 IF T5<T3 THEN PAINT ,BR-2,T3-1
1360 BEND
1370 IF T1>=LE THEN BEGIN : DRAW 1,0,T3 TO B
     R/2,LE-1 TO BR-1,T3: DRAW 1,0,T3 TO 0,T
     6: DRAW 1,BR-1,T3 TO BR-1,T5: PAINT ,1,
     T3-1: DRAW 0,BR/2,LE-2 TO BR/2,T4: BEND

1390 PRINT "{20DOWN,16RIGHT,RVSON}ZZ TASTE Z
     Z{RVOFF}"
1400 DO WHILE H$=""
1410 GET H$: GRAPHIC 1,0: SLEEP 8
1420 GRAPHIC 2,0,23: PRINT CHR$(7);"{UP}": S
     LEEP 1: GET H$: LOOP
1430 H$="": PRINT "{CLR}": GRAPHIC 0
1440 BEND : REM ENDE GRAFIK
1450 IF I$="T" THEN BEGIN
1460 PRINT "{CLR,DOWN,2SPACE}WERTETABELLE"
1470 PRINT "{DOWN} X{9SPACE}Y{9SPACE}Z{2SPAC
     E,DOWN}": SLEEP 1
1480 FOR I=1 TO AX: FOR J=1 TO AY
1490 PRINT M(I,J,0),M(I,J,1),M(I,J,2)
1500 NEXT : SLEEP 1: PRINT : NEXT
1510 BEND : REM ENDE TABELLE
1520 PRINT "{DOWN} {RVSON}ZZ TASTE ZZ"
1530 GET J$: IF J$="" THEN 1530
1540 IF T$="4" AND I$<>"E" THEN 1110
1550 BEND : REM ENDE MESSWERTE ZEICHNEN
1560 :
1570 REM DRUCKER
1580 :
1590 IF T$="5" THEN BEGIN
1600 PRINT "{DOWN} BITTE AB ZEILE 1600 EINBA
     UEN": SLEEP 2: T$="": BEND : REM ENDE D
     RUCKER
1610 :
1620 REM GRAFIK VON 2-PARAMETR.FUNKT.
1630 :
1640 IF T$="6" THEN BEGIN PRINT "{CLR}"
1650 PRINT "{DOWN} FUNKION EINSEHEN (J/N) ?"
1660 GET K$: IF K$="" THEN 1660
1665 IF K$="J" THEN LIST 1780
1670 PRINT "{DOWN} MOECHTEN SIE DIE FUNKTION
      AENDERN (J/N)"
1680 GET G$: IF G$="" THEN 1680
1690 IF G$="J" THEN PRINT "{CLR}": LIST 1700
     -1780: END
1700 REM ****************************
1710 REM * SIE SIND IM DIREKTMODUS!  *
1720 REM * WAEHLEN SIE FNZ(X) ALS    *
1730 REM * FUNKTION VON X UND Y.POLE *
1740 REM * UND UNSTETIGE STELLEN IN  *
1750 REM * ZEILE 220 AUSSCHLIESSEN.  *
1760 REM ****************************
1770 :
1780 DEF FN Z(X)=0
1800 :
1810 :
1820 REM MENUE 2
1830 :
1840 PRINT "{CLR,DOWN} {RVSON} PARAMETER DER
      GRAFISCHEN DARSTELLUNG {RVOFF}"
1850 INPUT "{DOWN} INTERVALLGRENZE X:[-X1..X
     1] ";X1
1860 IF X1=0 THEN PRINT "{DOWN} {RVSON}##{2S
     PACE}X1<>0{2SPACE}##{RVOFF}": GOTO 1850
1870 INPUT "{DOWN} INTERVALLGRENZE Y:[-Y1..Y
     1] ";Y1
1880 IF Y1=0 THEN PRINT "{DOWN} {RVSON}##{2S
     PACE}Y1<>0{2SPACE}##{RVOFF}": GOTO 1870
1890 X1=ABS(X1): Y1=ABS(Y1)
1900 INPUT "{DOWN} DEHNUNGSFAKTOR FUER Z-ACH
     SE:";DEN
1910 IF DEN<=0 THEN PRINT "{DOWN} {RVSON}##
     DEN>0 ##{RVOFF}": GOTO 1900
1920 PRINT "{DOWN} ACHSENKREUZ ZEICHNEN (J/N
     ) ?"
1930 GET A$: IF A$="" THEN 1930
1940 PRINT "{DOWN} BITTE WAEHLEN"
1950 PRINT "{DOWN} {RVSON}K{RVOFF,2SPACE}={2
     SPACE}KARTHESISCHE KOORDINATEN"
1960 PRINT "{DOWN} {RVSON}P{RVOFF,2SPACE}={2
     SPACE}POLARE{7SPACE}KOORDINATEN"
1970 GET P$: IF P$="" THEN 1970
1980 IF(P$<>"P" AND P$<>"K") THEN 1970
1990 IF P$="K" THEN BEGIN
2000 PRINT "{CLR}"
2010 PRINT "{DOWN} LINIENANZAHL (2..";LE/4;"
     )": INPUT "{16LEFT}";LA
2020 IF LA<2 OR LA>LE/4 OR LA-INT(LA)<>0 THE
     N PRINT "{DOWN} {RVSON}##{2SPACE}1<LA<"
     ;LE/4;"{LEFT,3SPACE}##{RVOFF}": GOTO 20
     10
2030 LA=LA-1: BEND
2040 IF P$="P" THEN BEGIN PRINT "{CLR}"
2050 PRINT "{DOWN} RINGANZAHL (2..";BR/2;")"
     : INPUT "{15LEFT}";RA
2060 IF RA<1 OR RA>BR/2 OR RA-INT(RA)<>0 THE
     N PRINT "{DOWN} {RVSON}##{2SPACE}1<RA<"
     ;BR/2;"{LEFT,3SPACE}##": GOTO 2050
2070 INPUT "{DOWN} STRAHLENANZAHL (PRO 2*↑)"
     ;SA
2080 IF SA<3 OR SA>64 OR SA-INT(SA)<>0 THEN
     PRINT "{DOWN} {RVSON}##{2SPACE}3<SA<64{
     2SPACE}##{RVOFF}": GOTO 2070
2090 BEND
2100 :
2110 REM GRAFIKMODUS
2160 GRAPHIC 1,1
2190 IF A$="J" THEN BEGIN
2200 CHAR 1,37,24,"Y ß": CHAR 1,0,24,"└ X":
     CHAR 1,19,0,"NM Z": DRAW 1,BR/4,LE/4 TO
      BR-1,LE-1: DRAW 1,0,LE-1 TO BR*3/4,LE/
     4
2250 DRAW 1,BR/2,0 TO BR/2,LE/2: BEND
2280 REM   KARTHESISCH
2300 IF P$="K" THEN BEGIN
2310 FOR I=0 TO LA: FOR K=1 TO BR/2: X=X1*(1
     -4*K/BR): Y=Y1*(1-2*I/LA)
2320 GOSUB 200: NEXT : NEXT
2330 FOR I=0 TO LA: FOR K=1 TO BR/2: X=X1*(1
     -2*I/LA): Y=Y1*(1-4*K/BR)
2340 GOSUB 200: NEXT : NEXT : BEND
2360 REM   POLAR
2380 IF P$="P" THEN BEGIN
2390 FOR R=1 TO RA: A=R/RA*(BR+LE): Q=2*π/A:
      X2=X1*R/RA: Y2=Y1*R/RA: FOR P=1 TO A:
     X=X2*COS(Q*P): Y=Y2*SIN(Q*P): GOSUB 200
     : NEXT : NEXT
2400 FOR P=1 TO SA: X2=X1/LE*COS(2*π*P/SA):
     Y2=Y1/LE*SIN(2*π*P/SA): FOR R=1 TO LE:
     X=R*X2: Y=R*Y2: GOSUB 200: NEXT : NEXT
     : BEND
2430 GRAPHIC 2,0,23: PRINT "{26DOWN,7SPACE}W
     EITER : {RVSON}ZZ TASTE ZZ{RVOFF}": SLE
     EP 2
2440 DO WHILE H$=""
2450 GET H$: GRAPHIC 1,0: SLEEP 8
2460 GRAPHIC 2,0,23: PRINT CHR$(7);"{UP}": S
     LEEP 2: GET H$: LOOP
2470 H$="": PRINT "{CLR}": GRAPHIC 0: BEND
2490 : REM ENDE
2510 IF T$="7" THEN 2530
2520 GOTO 270
2530 END
```

Listing 1. Programm »Flächen im IR!3« (Schluß)