

- 1 -

S E M E S T E R A R B E I T

Im Fach:  
Mathematik

Über:

Programm zur zweidimensionalen Darstellung von  
dreidimensionalen Figuren.

Von:  
Wolfgang Renner

Betreut von Herrn:  
Raimund Bommes

Vorgelegt am 14. Dez. 1981  
.....

- 2 -

Inhaltsverzeichnis

1.....Titel  
2.....Inhaltsverzeichnis  
3.....Einleitung  
4 - 16....Beschreibung des Ablaufs der Programme  
17 - 42...Fotos einiger Figuren  
43.....Erklärung

Anhang:

- 1.) Ausdruck der Programme
- 2.) Flußdiagramm des Programms DREI-D.+ bzw. DREI-D.\*
- 3.) Flußdiagramm des Programms KREIS-3D

Einleitung

Diese Arbeit besteht aus drei ähnlichen Computerprogrammen, einer Erläuterung der Programme und 51 Fotos zur <sup>1)</sup>demonstration der Leistungsfähigkeit der Programme. Die Programme dienen ausschließlich dazu, Figuren zu zeichnen. Die Figuren stellen ein dreidimensionales Diagramm dar, welches aus der Verknüpfung verschiedener Funktionen entsteht. Ich hatte mehrere Gründe, diese Programme zu entwickeln: Erstens hatte ich Lust, ein Zeichenprogramm herzustellen, welches schöne Bilder macht, zweitens wollte ich die Problematik von dreidimensionalen Diagrammen und ihre Darstellung mit dem Computer verstehen lernen und drittens sind die Programme schöne Lehrmittel zum Verstehen von mathematischen Funktionen und von räumlichen Zusammenhängen. Es ist besonders deshalb ein schönes Lehrmittel, weil ~~es~~ die Bemühung mit dem Thema mit hübschen Bildern belohnt wird.

Man kann dreidimensionale Diagramme, genauso wie auch zweidimensionale, nicht nur aus mathematischen Funktionen erstellen, sondern auch aus Meßwerten. Beim zweidimensionalen Diagramm verändert man eine Größe an einem System und mißt eine andere Größe, die sich davon abhängig verändert. Den Bezug beider Größen kann man dann mit einem Diagramm anschaulich darstellen. Mit einem dreidimensionalen Diagramm kann man zwei Größen unabhängig von einander verändern und darstellen wie eine dritte Größe davon abhängt. Dieses ermöglicht eine wirkungsvolle Darstellung komplexer Zusammenhänge bei irgend einem System (z.B. die Zusammenhänge der verschiedenen Größen bei einem Verbrennungsmotor). Es gibt, besonders in der Technik eine Vielzahl von interessanten Anwendungen von, meist mit Mithilfe von Computer gemachten, dreidimensionalen Diagrammdarstellungen deren Beschreibung aber leider den Rahmen dieser Arbeit sprengen würde.

Be  
Lit



Ablauf des Programms DREI-D.+ und DREI-D.\*

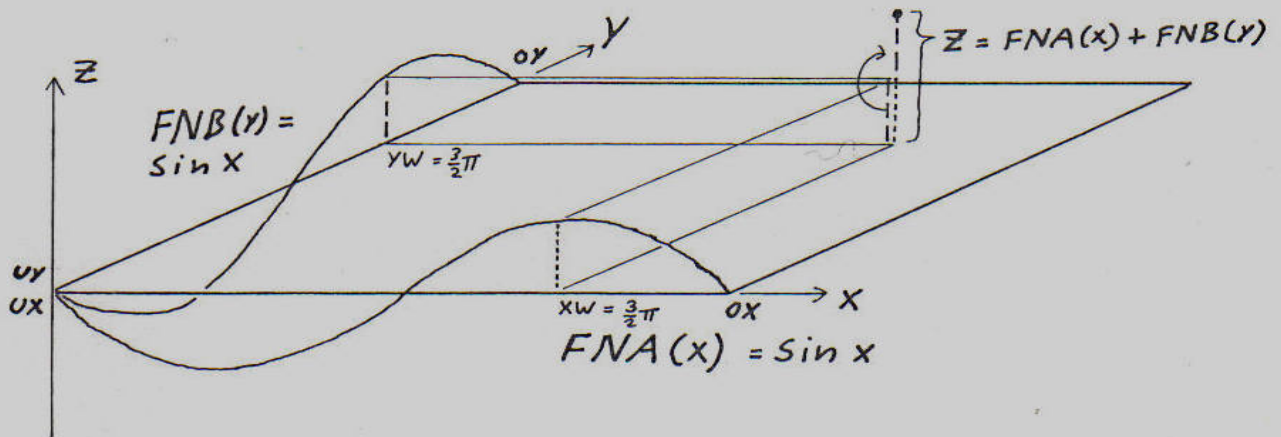
1.) Wählen und Definieren der Funktionen:

Als erstes schreibt der Computer 20 verschiedene nummerierte Funktionen auf den Bildschirm und wartet auf die Nummern von den Funktionen, die man für die X und die Y-Achse wünscht. Mit Hilfe der Nummern wird dann die Zeile angesprungen, in der die gewünschte Funktion  $FNA(X)$  und  $FNB(Y)$  definiert wird.

- Der Z-Wert entsteht beim Programm DREI-D.+ durch addieren vom Funktionswert des X-Wertes  $FNA(XW(X))$  plus dem Funktionswert des Y-Wertes  $FNB(YW(Y))$ .

Beim Programm DREI-D.\* werden beide Werte mit einander multipliziert. -

Entstehung des Z-Wertes:



2.) Eingabe der Randkoordinaten:

Als nächstes erwartet der Computer die Eingabe von vier Werten, und zwar: Unterer X-Wert (UX), oberer X-Wert (OX), unteren Y-Wert (UY) und oberen Y-Wert (OY). Mit diesen vier Werten wird der Ausschnitt aus der X,Y-Ebene angegeben, welcher dargestellt werden soll. Da der Computer immer eine gleichgroße rechteckige Fläche zeichnet, können erhebliche Stauchungen und Streckungen auftreten, wenn man längliche X,Y-Ebenenausschnitte eingibt.



- 5 -

### 3.) Eingabe von Höhe und Strichdicke:

Der Computer erwartet auch noch die Eingabe einer Höhe H und einer Strichdicke. Mit der Eingabe von H kann man eine Abflachung der Darstellung erreichen. Man muß eine Zahl zwischen 1 und  $\emptyset$  eintippen.

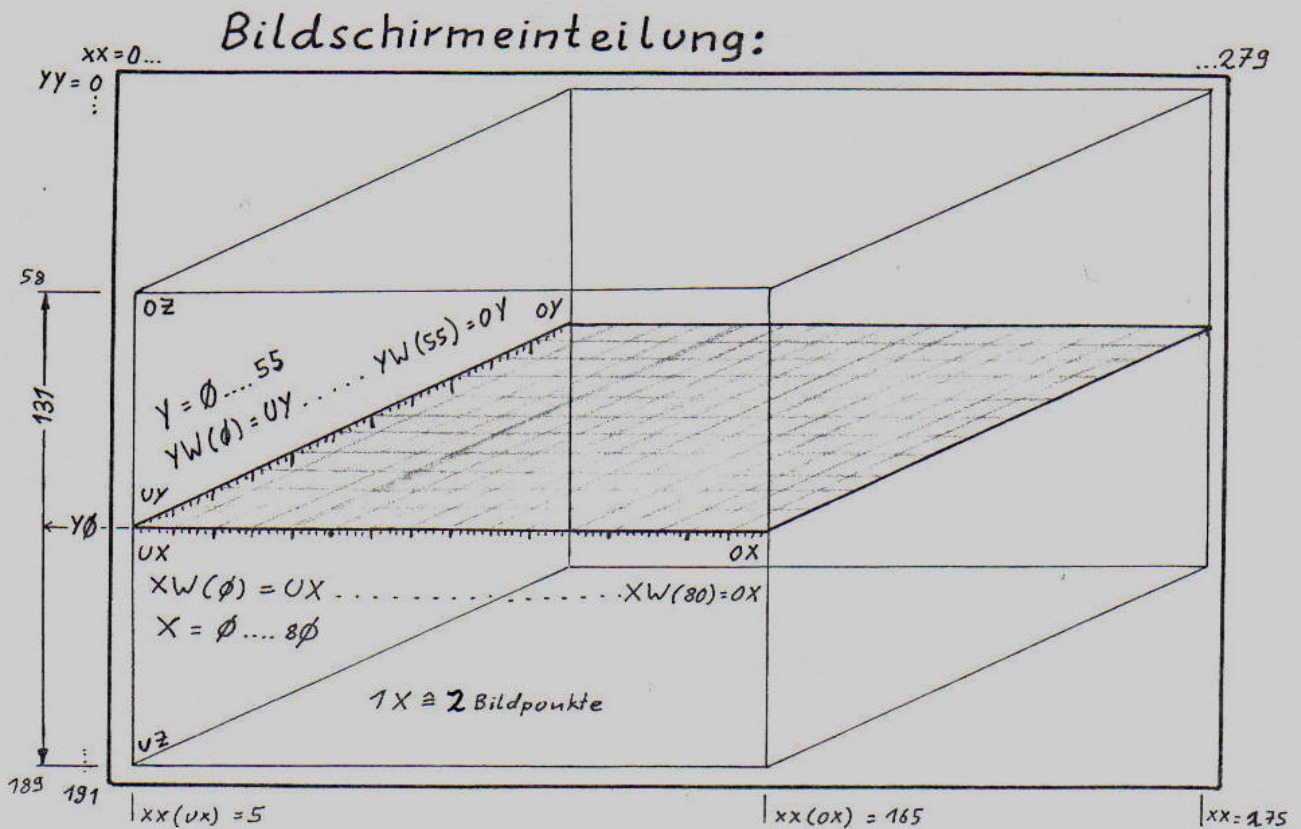
1 bedeutet eine Abflachung auf 1/10, 2 bedeutet 2/10 und so weiter bis  $\emptyset = 10/10$  der maximal möglichen Höhe. Als Strichstärke steht dünn-, normal und dickstrich zur Auswahl. Mit der Strichdicke wird die Höhe der einzelnen Bildpunkte beeinflusst.

### 4.) Berechnen der Bildeinteilung:

Nachdem jetzt sämtliche Daten eingegeben sind, können jetzt die Berechnungen beginnen. Die X,Y-Ebene besteht in Folge der Auflösung der Apple-Graphik aus 81 mal 56 Punkte<sup>n</sup>. Jedem dieser 81 X-Punkte und 56 Y-Punkte muß ein Wert aus dem Interval UX-OX bzw. UY-OY zugeteilt werden ( XW( $\emptyset$ )-XW(8 $\emptyset$ ) und YW( $\emptyset$ )-YW(55) )  
 Nachdem dieses geschehen ist, kann der Zeichenmaßstab (MS) errechnet werden. Der Maßstab ist notwendig, damit die Graphik genau auf den Bildschirm paßt. Der Maßstab wird folgendermaßen errechnet: Von 90 gleichmäßig verteilten Punkten werden die Z-Werte errechnet. Es werden nur 90 der 1720 möglichen X,Y-Punkte berechnet, weil sonst die Rechenzeit unzumutbar lang würde. Es kann allerdings dadurch passieren, daß ein großer Z-Wert nicht beachtet wird und dadurch ein Error entsteht, weil dieser Punkt nicht mehr auf dem dem Bildschirm liegt. Wenn dieses eintritt, kann man sich aber damit helfen, indem man H etwas kleiner wählt. Aus diesen 90 Z-Werten wird der größte Z-Wert (OZ) und der kleinste Z-Wert (UZ) herausgesucht. Die Differenz OZ - UZ ist die reale Höhe der Figur über alles. Auf dem Bildschirm kann die Figur maximal (H= $\emptyset$ ) 131 Punkte hoch sein. Daraus ergibt sich:  
 $MS = 131 / (OZ - UZ) * H / 10$ . Wenn H gleich  $\emptyset$  eingetippt wurde, wird H = 10 gesetzt. Außer dem Maßstab wird auch noch zur Bildeinteilung der Z-Achsennullpunkt

benötigt. Ich habe ihn  $Y\emptyset$  bezeichnet. Er errechnet sich folgendermaßen:  $Y\emptyset = 189 + UZ * MS$ .

Die X,Y-Ebene wird nicht als eine ausgemalte Fläche gezeichnet, sondern zur deutlicheren Darstellung als ein Netz aus 17 mal 12 Linien. Dadurch müssen auch erheblich weniger Punkte errechnet und gezeichnet werden, wodurch sich die Rechenzeit in einem durchstehbaren Umfang begrenzt. In der folgenden Darstellung ist die X,Y-Ebene in einer nicht beeinflussten Lage  $FNA(X)=0$  und  $FNB(Y)=0$ , die in der Praxis aber zu einem Error führt, da sich kein MS und  $Y\emptyset$  errechnen läßt. Die Darstellung dient somit nur der Erläuterung der geometrischen Verhältnisse:



5) Errechnen der gruen/rot-Grenze:

Um eine möglichst gute Darstellung der Figur zu erreichen, habe ich das Programm so gestaltet, daß die Oberseite in grün und die Unterseite in rot gezeichnet wird. Es ist außerdem erforderlich,



- 7 -

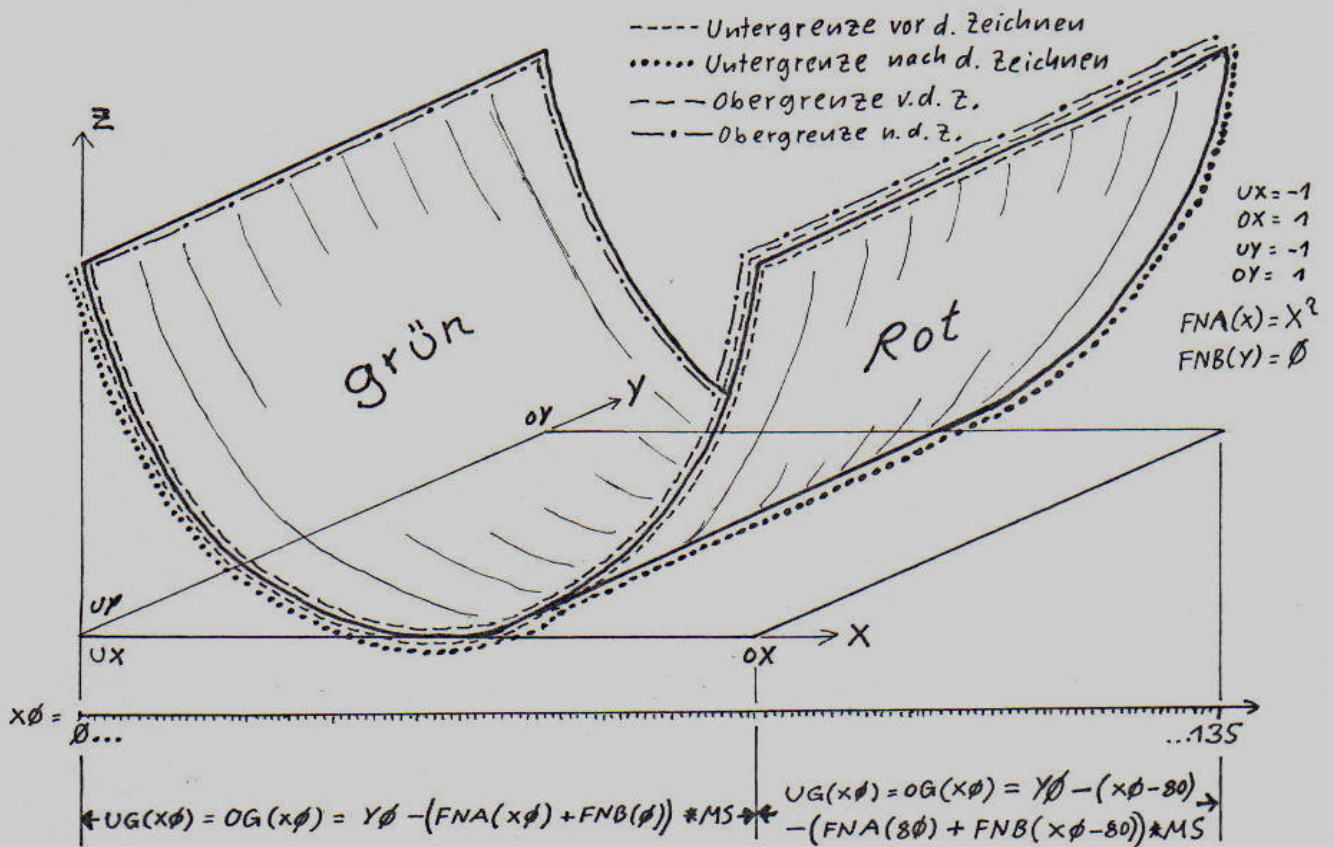
daß Punkte, die verdeckt liegen, nicht gezeichnet werden. Dieses Problem ist folgendermaßen gelöst: Es sind über die gesamte Breite des Bildes zwei Grenzen vorhanden, eine Untere und eine Obere. Am Anfang des Zeichnens liegen beide Grenzen genau entlang der gesamten vorderen und seitlichen Kante der X,Y-Ebene. In der Zeichenschleife wird dann mit Hilfe dieser beiden Grenzen entschieden, ob ein Bildpunkt grün, rot oder gar nicht gezeichnet wird. Wenn der errechnete Bildpunkt über der oberen Grenze liegt, wird er grün gezeichnet, und der betreffende obere Grenzwert gleich dem YY-Wert des Bildpunktes gesetzt. Dadurch werden nur noch, die noch höher liegenden Punkte grün gezeichnet. Wenn der Bildpunkt aber unter der unteren Grenze liegt, wird er rot gezeichnet und der betreffende untere Grenzwert gleich dem YY-Wert gesetzt. Dadurch wird wie oben erreicht, daß nur die noch tiefer liegenden Bildpunkte gezeichnet werden. Im Verlauf des Zeichnens wandert also die obere Grenze immer höher und liegt somit immer <sup>n</sup> entlang der obersten bisher gezeichneten Punkte. Ebenso wandert die untere Grenze immer weiter nach unten. Die Punkte, die zwischen den Grenzen liegen, werden nicht gezeichnet, da sie ja hinter dem schon gezeichneten verdeckt liegen und dadurch unsichtbar sind.

Da die Vorderkante aus 81 Punkten und die Seitenkante aus 55 Punkten besteht, gibt es zwei mal 136 Grenzwerte  $UG(\emptyset) - UG(135)$  und  $OG(\emptyset) - OG(135)$ . Sie werden folgendermaßen errechnet: An der Vorderkante:  $UG(X\emptyset) = OG(X\emptyset) = Y\emptyset - (FNA(XW(X\emptyset)) + FNB(YW(\emptyset))) * MS$  und an der Seitenkante:  $UG(X\emptyset) = OG(X\emptyset) = Y\emptyset - (FNA(XW(8\emptyset)) + FNB(YW(X\emptyset - 8\emptyset))) * MS - (X\emptyset - 8\emptyset)$ . Beim Programm DREI-D.\* werden die Funktionswerte nicht addiert, sondern multipliziert.

Mit der folgenden Zeichnung soll das oben erklärte noch einmal deutlich gemacht werden. Es ist der Verlauf der beiden Grenzen vor und nach dem Zeichnen dargestellt. In Wirklichkeit liegen die Grenzen natürlich genau auf dem Rand der Figur, was aber in



der Darstellung schlecht deutlich zu machen ist:



6.) Zeichnen der Figur:

Der Zeichenteil besteht aus mehreren, ineinander geschachtelten FOR-NEXT Schleifen. Die Bildpunkte werden zeilenweise von vorne nach hinten berechnet und gezeichnet. Von vorne nach hinten zeilenweise zu arbeiten, ist die beste Möglichkeit das Problem des grün/rot-Überganges bzw. der verdeckten Punkte in den Griff zu bekommen. Als äußerstes liegt die YL = ∅ TO 11 Schleife. Diese 12 YL-Werte teilen die Arbeit in 12 Durchgänge. In jedem dieser Durchgänge wird eine durchgehende Linie parallel zu X-Achse und 17 kurze Linien parallel zur Y-Achse bearbeitet. Zuerst wird die durchgehende Linie gezeichnet. Sie entsteht in der Schleife X = ∅ TO 8∅. Für die 81 X-Werte und dem YL-Wert werden jeweils ein XX und ein YY-Wert errechnet. XX, YY ist die jeweilige Bildschirmkoordinate des bearbeiteten Punktes.



- 9 -

Der XX-Wert entsteht folgendermaßen:

$$XX = 5 + X * 2 + YL * 10$$

5 ist der linkeste XX-Wert auf dem Bildschirm. Er ist der XX-Wert für  $X = 0$ . X sind die Nummern der 81 X-Koordinatenpunkte der Figur. Da der Computer Doppelpunkte zeichnet (siehe nächste Zeichnung), reicht es, wenn man für jeden zweiten XX-Punkt die Werte errechnet und zeichnet, um ein geschlossenes Bild zu bekommen. Deshalb auch  $X * 2$ .

Die beste Perspektive, um eine rechteckige Ebene zu betrachten, ist von schräg oben. Von dort sieht eine rechteckige Fläche wie ein etwas verzerrter Rhombus aus. Ich habe als <sup>A</sup>Annäherung an diese Form ein waagrecht liegendes Parallelogramm gewählt, weil sich diese Form gut handhaben läßt und eine optimale Nutzung der beschränkten Graphikqualität des Computers zuläßt. Daraus ergibt sich, daß ein Punkt der parallel zur Y-Achse nach hinten verschoben wird, auf dem Bildschirm nach rechts oben wandert. Das heißt, mit steigendem Y, steigt XX und fällt YY. Daher auch das  $YL * 10$ . Mal 10 deshalb, weil  $Y = YL * 5$  ist und ein Y eine Verschiebung von einem YY-Wert nach oben und einem X-Wert ( $2XX$ ) nach rechts bewirkt.

Der YY-Wert entsteht folgendermaßen:

$$YY = Y0 - YL * 5 - Z * MS \quad Z = FNA(XW(X)) + FNB(YW(YL * 5))$$

Dabei ist  $Y0$  die Bildschirmkoordinate für  $Z = 0$  und  $Y = 0$ . Da bei unserem Computer die YY-Werte von oben nach unten zunehmen, müssen sie um so kleiner sein, je höher sie liegen sollen. Daher werden die den Punkt beschreibenden Werte  $Y0$  abgezogen.  $YL * 5$  ergibt die nach hinten ansteigende Fläche und  $Z * MS$  ergibt dann den Bildpunkt für die aus den Funktionen errechnete Z-Koordinate der Figur im Ebenenpunkt  $XW(X)$  und  $YW(YL * 5)$ . Nachdem der XX und der YY-Wert errechnet ist, muß noch entschieden werden, ob dieser Punkt grün, rot oder garnicht gezeichnet werden soll. Wie dieses funktioniert, und daß beim Zeichnen die Grenzen verändert werden, ist im Abschnitt über die grün/rot-Grenze schon erläutert worden.



- 10 -

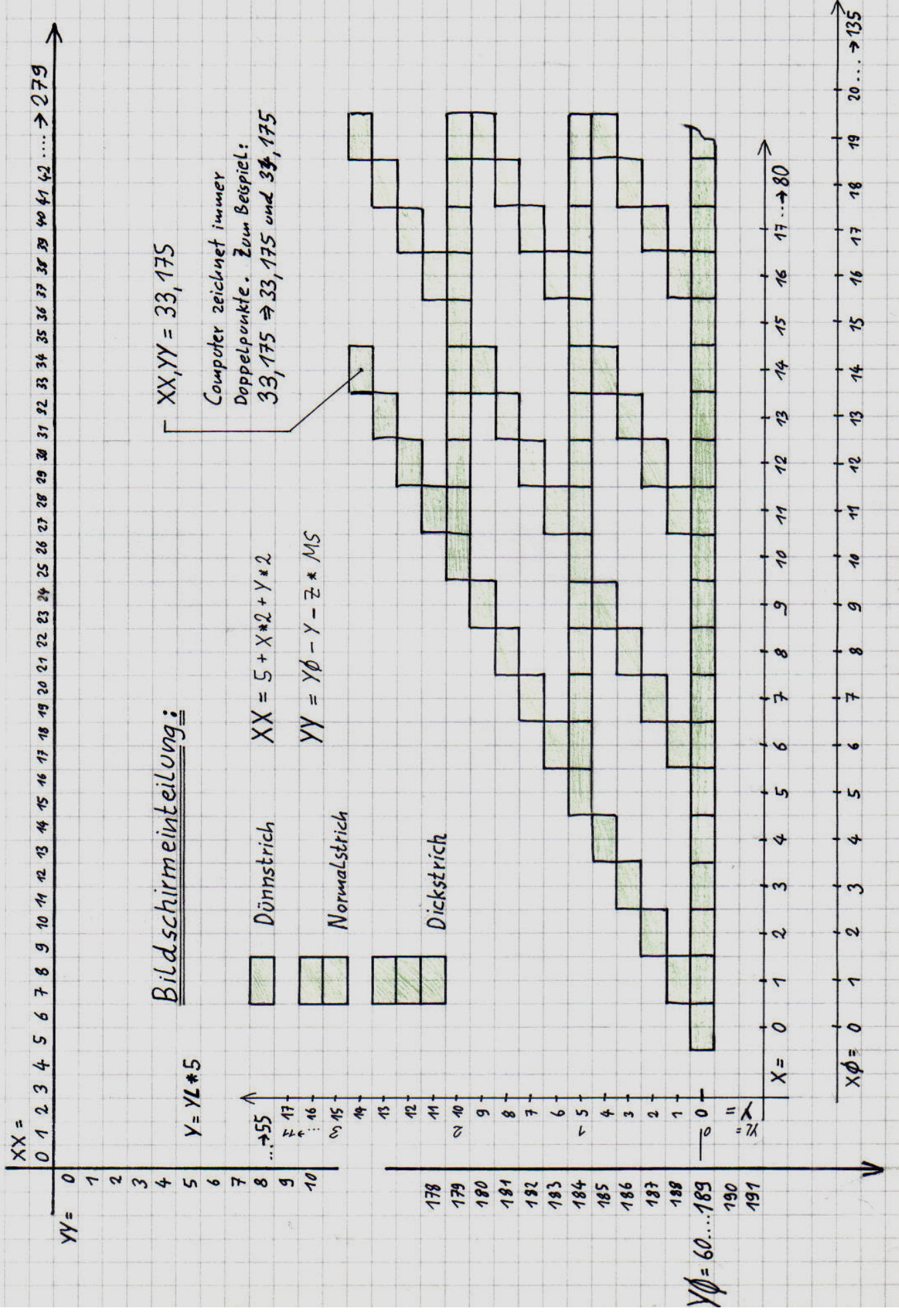
Wenn die  $X = \emptyset$  TO  $8\emptyset$  Schleife fertig ist, ist eine durchgezogene Linie parallel zur X-Achse gezeichnet. Als nächstes folgt noch innerhalb eines YL-Durchganges die Zeichnung der 17 kurzen Linien parallel zur Y-Achse. Dieses geschieht mit zwei ineinander geschachtelten FOR/NEXT-Schleifen. Die kurzen Linien entstehen aus 4 unterbrochenen Linien parallel zur X-Achse, die direkt aufeinander folgen. Der Y-Wert steigt somit immer um eins und von den 81 X-Werte<sup>n</sup> wird nur jeder fünfte bearbeitet. Daher ergibt sich als äußere Schleife  $\text{FOR } Y = YL * 5 + 1 \text{ TO } YL * 5 + 4$  und als innere Schleife  $\text{FOR } X = \emptyset \text{ TO } 8\emptyset \text{ STEP } 5$ . Die XX und YY-Werte entstehen hierbei folgendermaßen:  $XX = 5 + X * 2 + Y * 2$   $YY = Y\emptyset - Y - Z * MS$   
 $Z = \text{FNA}(XW(X)) + \text{FNB}(YW(Y))$

Beim Programm DREI-D.\* werden die beiden Funktionswerte natürlich wie sonst auch multipliziert. Die <sup>G</sup>grün-<sup>R</sup>rot-garnicht-<sup>F</sup>färbung wird auch hier nach bekannter Art mit der Ober- und der Untergrenze erreicht. Wenn diese zwei Schleifen abgearbeitet sind, sind die 17 kurzen Linien gezeichnet. Nun wird der ganze Ablauf mit dem nächsten YL absolviert, bis das ganze Bild fertig ist. Eine Sache ist noch zu bemerken: Das Bild besteht aus 12 Linien parallel zur X-Achse. In den 11 Zwischenräumen dazwischen liegen die Linien parallel zur Y-Achse. Da es aber nur 11 Zwischenräume gibt, wird beim 12. YL-Durchgang die Schleife zur Zeichnung der kurzen Linien übersprungen.

#### 7.) Ende:

Wenn alle Schleifen abgearbeitet sind, gibt der Computer zwei Pieptöne ab, um zu bemerken, dass er fertig ist. Jetzt erwartet ein GET-Befehl irgendeine Eingabe. Nach Eingabe springt der Computer zur nächsten Zeilennummer, in der ein Text-Befehl steht. Dieser löscht die Graphik und läßt den Text wieder erscheinen.



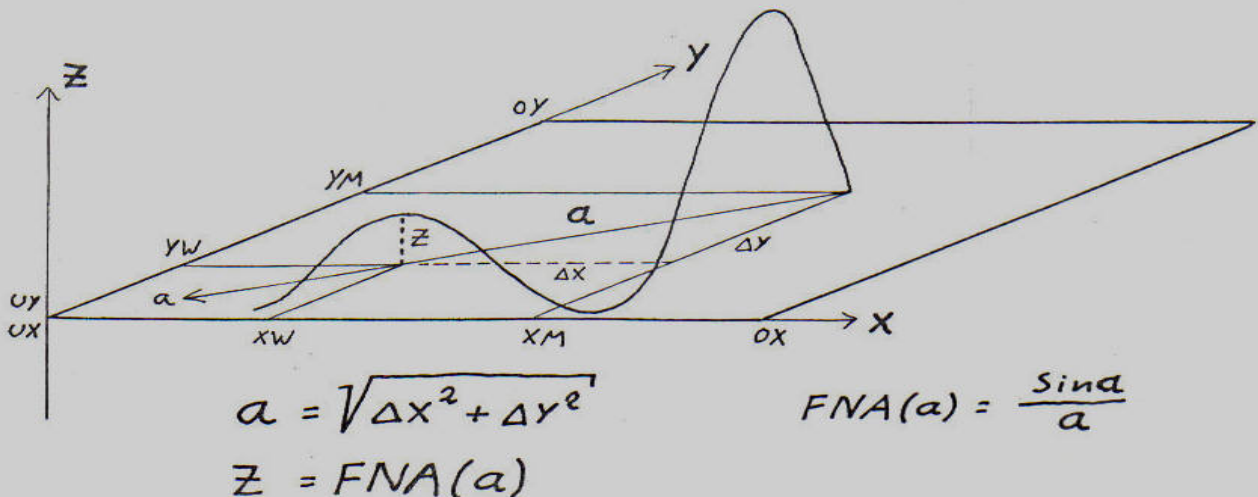




Ablauf des Programms KREIS-3D

Das Programm KREIS-3D ist den Programmen DREI-D.+ und DREI-D.\* gleich, bis auf die Entstehung der Z-Werte und der Möglichkeit, kreisförmige Ausschnitte aus der rechteckigen Normalfläche zumachen.

Bei den beiden anderen Programmen entsteht der Z-Wert eines bestimmten Punktes aus der Addition oder Multiplikation des Funktionswertes seiner X-Koordinate mit dem Funktionswert seiner Y-Koordinate. Dabei können für die X und die Y-Achse zwei verschiedene Funktionen gewählt werden. Beim Programm KREIS-3D entsteht der Z-Wert anders. Hierbei muß nur eine Funktion gewählt werden. Weiterhin muß noch eine Mittelpunktskoordinate  $X_M, Y_M$  eingegeben werden. Der Z-Wert entsteht jetzt folgendermaßen: Genau wie bei den anderen zwei Programmen entsteht das Bild auch hier durch zeilenweises Berechnen und Zeichnen der Punkte. Nun wird von jedem Punkt in der X,Y-Ebene der Abstand zur Mittelpunktskoordinate  $X_M, Y_M$ , mit Hilfe des Satzes des Pythagoras, errechnet. Dieser Abstand  $a$  wird dann in die gewählte Funktion eingesetzt und ergibt somit den Z-Wert. Da ein bestimmter Abstand  $a$  immer kreisförmig um den Mittelpunkt entsteht, liegen auch immer gleiche Z-Werte auf konzentrischen Kreisen<sup>n</sup> um diesen Mittelpunkt.

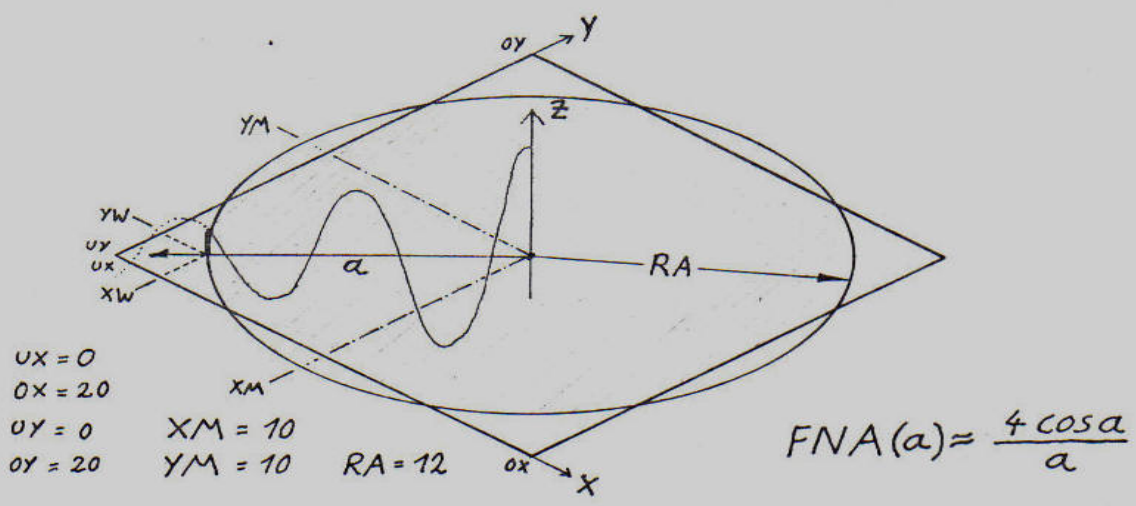


Außer einer Mittelpunktskoordinate verlangt das Programm KREIS-3D auch noch die Eingabe eines Randabstandes RA. Alle Punkte, die außerhalb des Radius RA vom Mittelpunkt auf der X,Y-Ebene liegen, werden nicht gezeichnet. Im Programm ist dieses folgendermaßen erreicht: In den innersten FOR/NEXT-Schleifen der Zeichenschleifen wird als erstes immer der Abstand A des zu bearbeitenden Punktes errechnet. Darauf folgt eine Abfrage, ob der Abstand A größer als der Randabstand RA ist. Im Fall, daß er größer ist, überspringt der Programmablauf alle weiteren Berechnungen und Behandlungen, die nötig wären, um den Punkt richtig zu zeichnen, und bearbeitet den nächsten Punkt.

K  
K  
|  
|  
|  
K  
K, B  
K  
K  
K

Mit der Eingabe von dem Randabstand RA kann man kreisförmige Ausschnitte aus der rechteckigen Normal-X,Y-Ebenen erreichen. Mit RA kann man die Ecken der X,Y-Ebene rund abschneiden, oder sie auf eine reine Kreisfläche reduzieren, oder aber auch nur eine Ecke abschneiden; wie man eben mag. Mit der folgenden Zeichnung soll die Wirkung von RA noch einmal deutlich gemacht werden. Es wird nur das gezeichnet, was innerhalb des Radius RA und natürlich innerhalb der rechteckigen Normalfläche liegt. - Gerade der schraffierte Teil - :

K  
|





- 14 -

Die zusätzliche Beeinflussung des Bildes mit der Eingabemöglichkeit eines solchen Randabstandes wirft aber auch noch ein erhebliches Problem auf: Und zwar liegt die vorne sichtbare Kante der Darstellung nicht mehr einfach auf der vorderen und seitlichen Kante der X,Y-Ebene. Von der Lage der vorderen Kante hängt aber ab, ob ein Punkt nun grün oder rot gezeichnet wird. Die Entscheidung, ob ein Punkt nun grün oder rot gezeichnet wird, das heißt, die Ober- oder Unterseite der X,Y-Ebene darstellt, wird mit Hilfe der Ober- und Untergrenze  $OG(X\emptyset)$  und  $UG(X\emptyset)$  bestimmt. Diese Grenzen müssen aber erst einmal vorm Zeichnen für die gesamte, von vorne sichtbare Kante errechnet werden. Bei den beiden anderen Programmen war die Berechnung der Grenzwerte relativ einfach, da nur die YY-Werte der vordersten X-Linie und der rechten Y-Linie errechnet werden mußten. Wenn beim Programm KREIS-3D RA so gewählt wird, so daß die Vorderkante nirgends beschnitten wird, wird die Grenzlinie genau wie bei den anderen beiden Programmen berechnet. Wenn aber Beschneidungen auftreten, wird die Sache schwieriger. An den beschneittenen Stellen liegen die Randpunkte nicht mehr am Rand von der X,Y-Ebene, sonern irgendwo innerhalb der Ebene. Das bedeutet, daß zuerst einmal die X,Y-Koordinate berechnet werden muß. Mit dieser X,Y-Koordinate kann dann der Grenzwert errechnet werden und festgestellt werden, zu welchem Grenzpunkt dieser Grenzwert wirklich gehört. Im einzelnen sieht dies folgendermaßen aus: Die Grenzlinie wird mit Hilfe von zwei FOR/NEXT-Schleifen errechnet. Die erste bearbeitet  $X\emptyset = \emptyset$  TO  $8\emptyset$ ; das heißt, die Vorderkante und die zweite bearbeitet  $X\emptyset = 81$  TO  $135$ , das heißt, die Seitenkante. Zuerst wollen wir den Ablauf in der ersten Schleife betrachten: Als erstes wird der Abstand A berechnet. Dann wird abgefragt ob A größer als RA ist. Wenn A kleiner



als RA ist, das heißt, innerhalb des Radius RA  
 liegt, wird der Grenzwert normal für den Vorder-  
 kantenpunkt  $X_0$  errechnet und der nächste Punkt  
 bearbeitet. Wenn aber der Abstand A größer als der  
 Radius RA ist, bedeutet, daß er außerhalb liegt.  
 Oder auch der Punkt mit der X-Koordinate  $XW(X_0)$ ,  
 der auf dem Radius RA liegt, hat einen größeren  
 Y-Wert als der unterste Y-Wert. Nun wird mit  
 Hilfe des Pythagoras errechnet, welche Y-Koordi-  
 nate der Schnittpunkt hat. Mit dieser Y-Koordi-  
 nate YR kann dann der YY-Wert des Grenzwertes  
 und seine wirkliche Lage bestimmt werden. Die  
 Lage in XX-Richtung verändert sich ja bekanntlich-  
 erweise, wenn der Punkt parallel zur Y-Achse ver-  
 schoben wird. Auf diese Weise werden alle Punkte  
 bis zur seitlichen Kante errechnet. Die restlichen  
 Punkte der seitlichen Kante werden ähnlich behandelt.  
 Hierbei wird aber die X-Verschiebung an den gekrüm-  
 mten Stellen errechnet. Und zwar rechnet die zweite  
 Schleife alle Punkte bis zu folgendem Punkt:  $X_0$   
 wird von 81 bis maximal 135 durchgearbeitet. Mit  
 jedem  $X_0$ -Wert wird die X-Verschiebung XR errechnet.  
 Wenn in folge der Krümmung XR stärker als 1 von  
 einem zum nächsten zunimmt, wird die weitere Berech-  
 ung abgebrochen, weil in diesem Punkt der rechteste  
 Grenzwert liegt. Zu beachten ist auch noch, daß in  
 der ersten Schleife eine Abfrage ist, die darauf  
 achtet, daß kein X-Wert bearbeitet wird, der weiter  
 als RA vom Mittelpunkt X-Wert entfernt liegt.  
 Mit der folgenden Zeichnung wird nochmal die be-  
 rechnung der Grenzwerte im Programm KREIS-3D ver-  
 deutlicht. Es fällt auf, daß nicht alle 136 Grenz-  
 werte belegt werden; das macht aber nichts, weil  
 diese Werte auch nicht benötigt werden.

Zum Schluß sei noch zu diesem Programm gesagt, daß  
 man sehr hübsche Anschnitte der Figuren machen kann,  
 indem man die Mittelpunktskoordinate so verschiebt,  
 daß sie in der Nähe eines Randes liegt.

K  
 K  
 K, β  
 1, K  
 K  
 T  
 1  
 11 K  
 K β  
 K  
 1  
 K  
 1  
 K







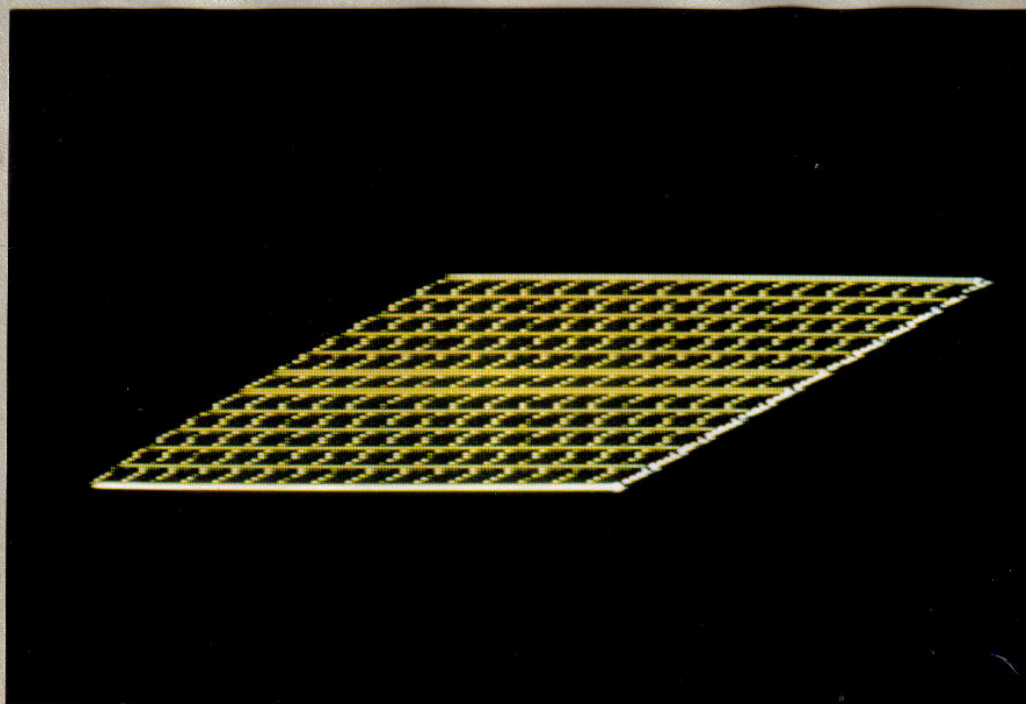
- 17 -

Fotographische Darstellung

Auf den nächsten 26 Seiten sind Fotos der Figuren, wie sie auf dem Bildschirm erscheinen. Es ist eine kleine Auswahl der unendlich vielen verschiedenen Figuren, welche sich mit den drei Programmen machen lassen. Bei jedem Bild ist angegeben, mit welchem der drei Programmen und mit welchen eingegebenen Werten es entstanden ist. Bei den Bildern sind einige kurze Serien dabei, bei denen nur die Größe der X,Y-Ebene anders ist, oder eine andere Mittelpunktskoordinate eingegeben ist. Dieses gibt jeweils verschiedene Anschnitte der ansich selben Figur. Dies ist besonders schön bei den Bildern aus dem Programm KREIS-3D zu sehen. Das Bild unten entspricht quasi einer unbeeinflussten X,Y-Ebene in waagerechter Normallage.

Es sei noch zu erwähnen, daß, Fehler der fotographischen Qualität (Anschnitte etc.) nicht bei mir, sondern beim Quelle-Revuebildlabor zu suchen sind. K, 1

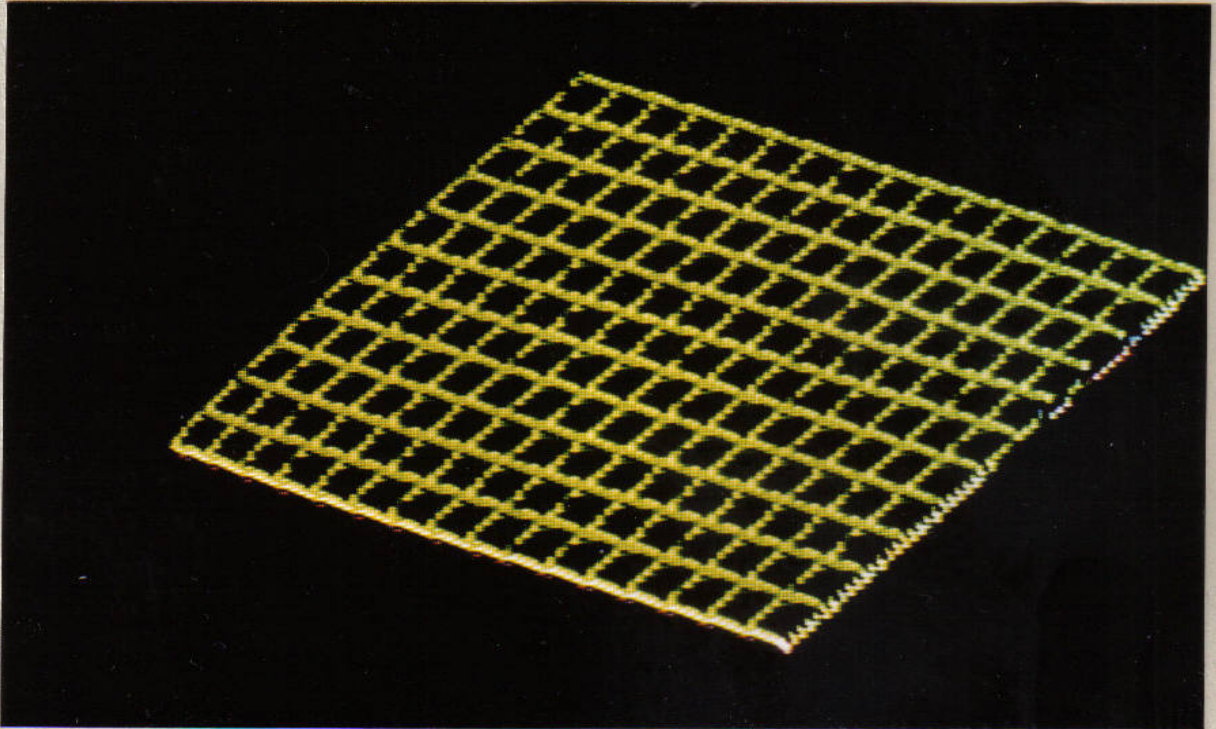
DREI-D.+      FNA(X) = 1      FNB(Y) = Y  
 UX= 0    OX= 1    UY= 0    OY= 1    H= 1



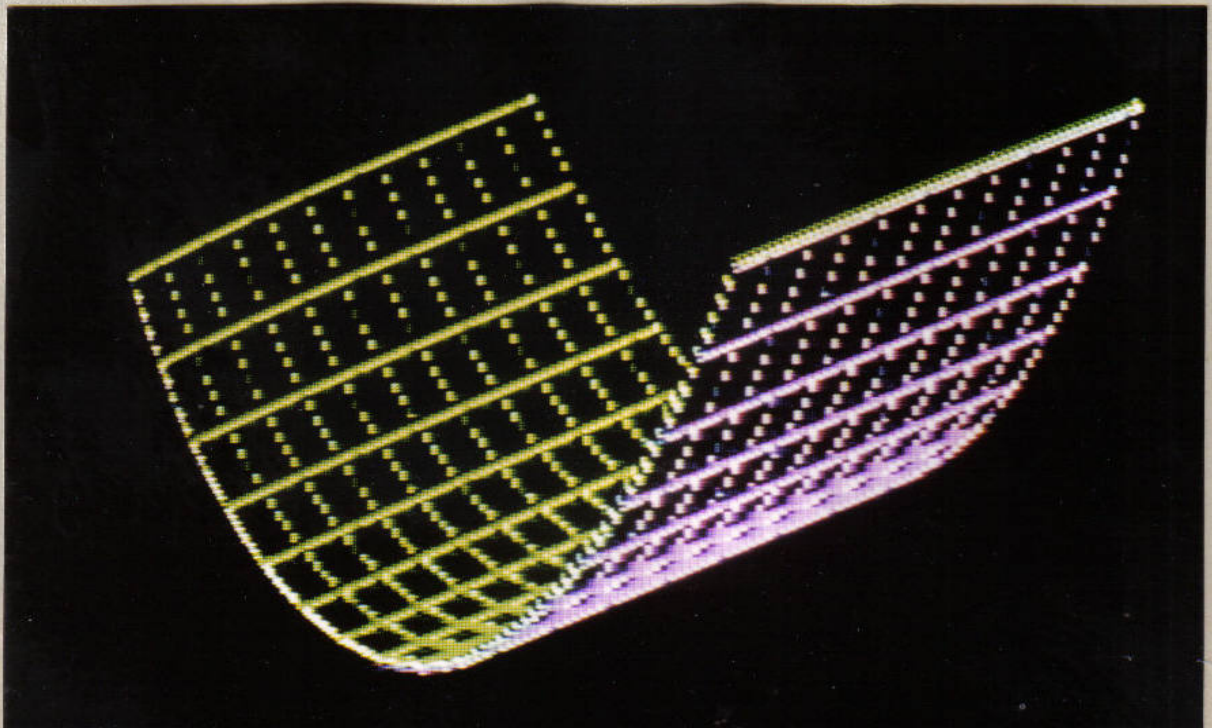


- 18 -

DREI-D.+      FNA(X) = +X      FNB(Y) = Y  
UX = 1      OX = 2      UY = 1      OY = 2      H = 10



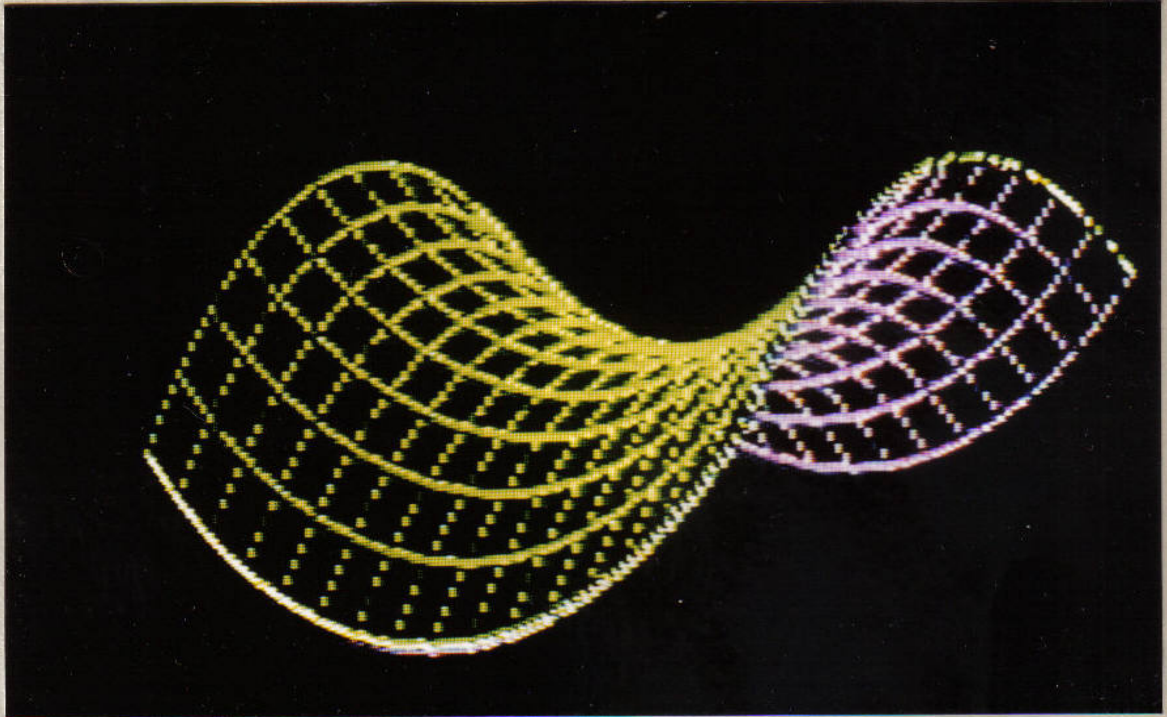
DREI-D.+      FNA(X) = X<sup>2</sup>      FNB(Y) = 1  
UX = -1      OX = 1      UY = 1      OY = 2      H = 10



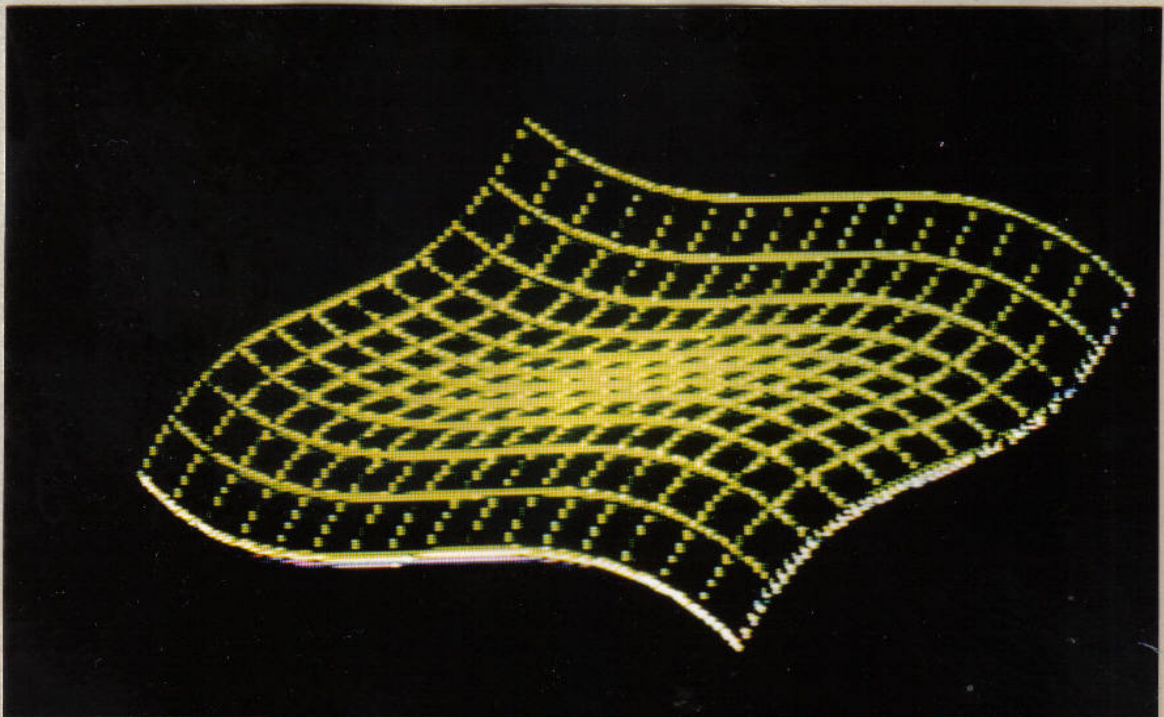


- 19 -

DREI-D.+      FNA(X) =  $X^2$       FNB(Y) =  $-Y^2$   
UX = -1      OX = 1      UY = -1      OY = 1      H = 10



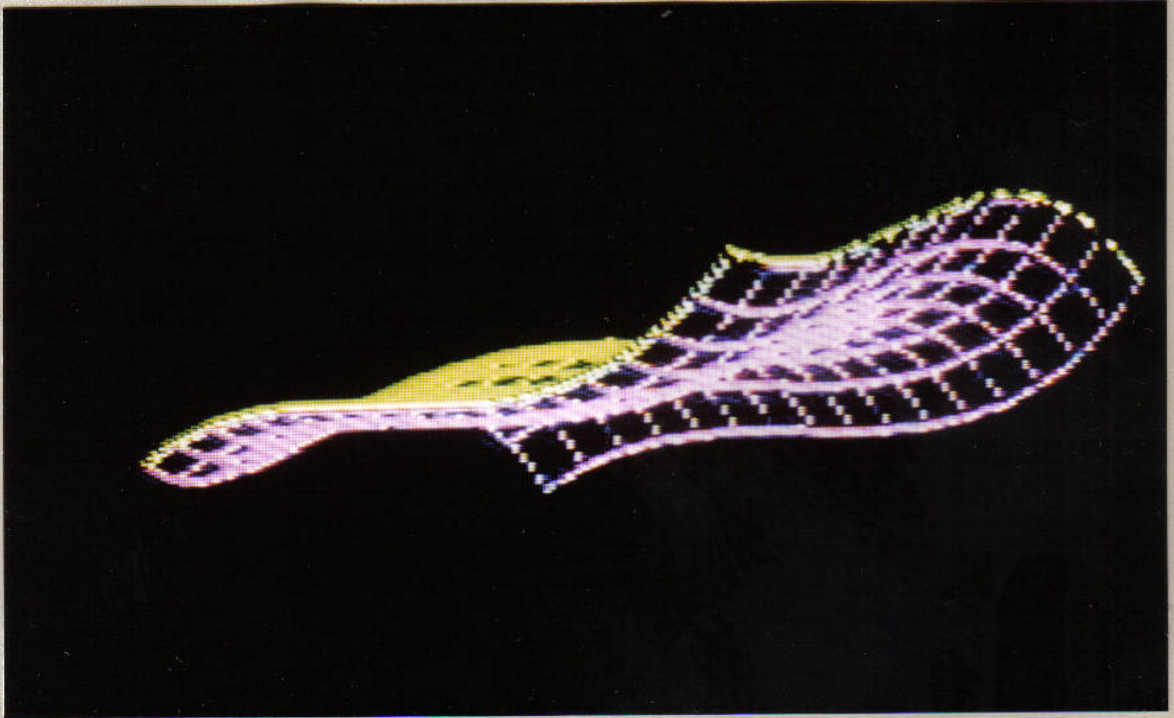
DREI-D.+      FNA(X) =  $-X^3 - X^2$       FNB(Y) =  $Y^3 + Y^2$   
UX = -2      OX = 1,4      UY = -2      OY = 1,2      H = 10



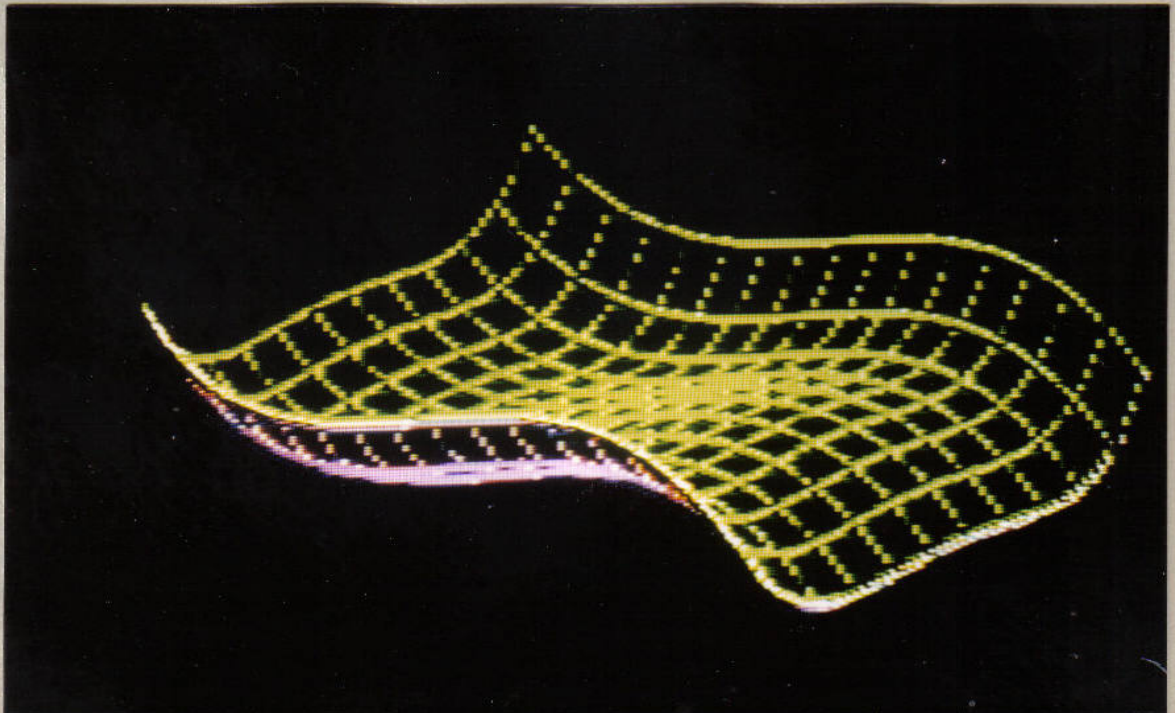


- 20 -

DREI-D.+      FNA(X) =  $X^3 + X^2$       FNB(Y) =  $-Y^3 - Y^2$   
UX = -2      OX = 1.4      UY = -2      OY = 1.4      H = 10



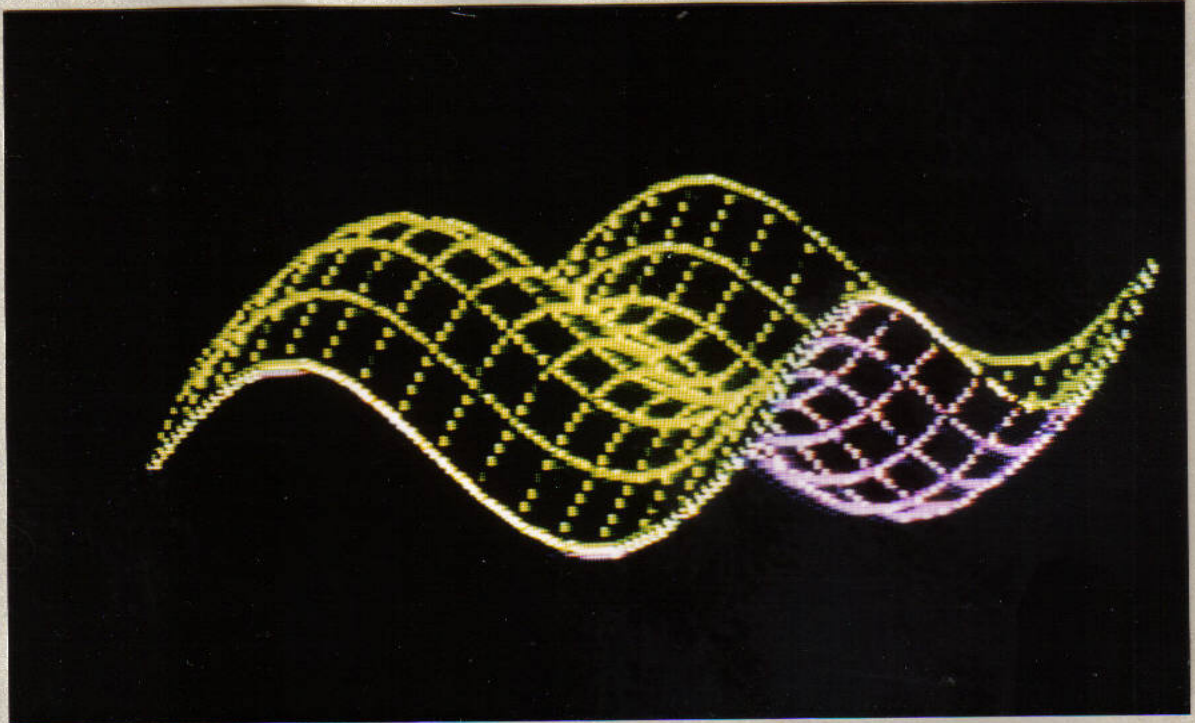
DREI-D.+      FNA(X) =  $-X^3 - X^2$       FNB(Y) =  $Y^4 - Y^2$   
UX = -2      OX = 1.4      UY = -1,5      OY = 1,5      H = 10



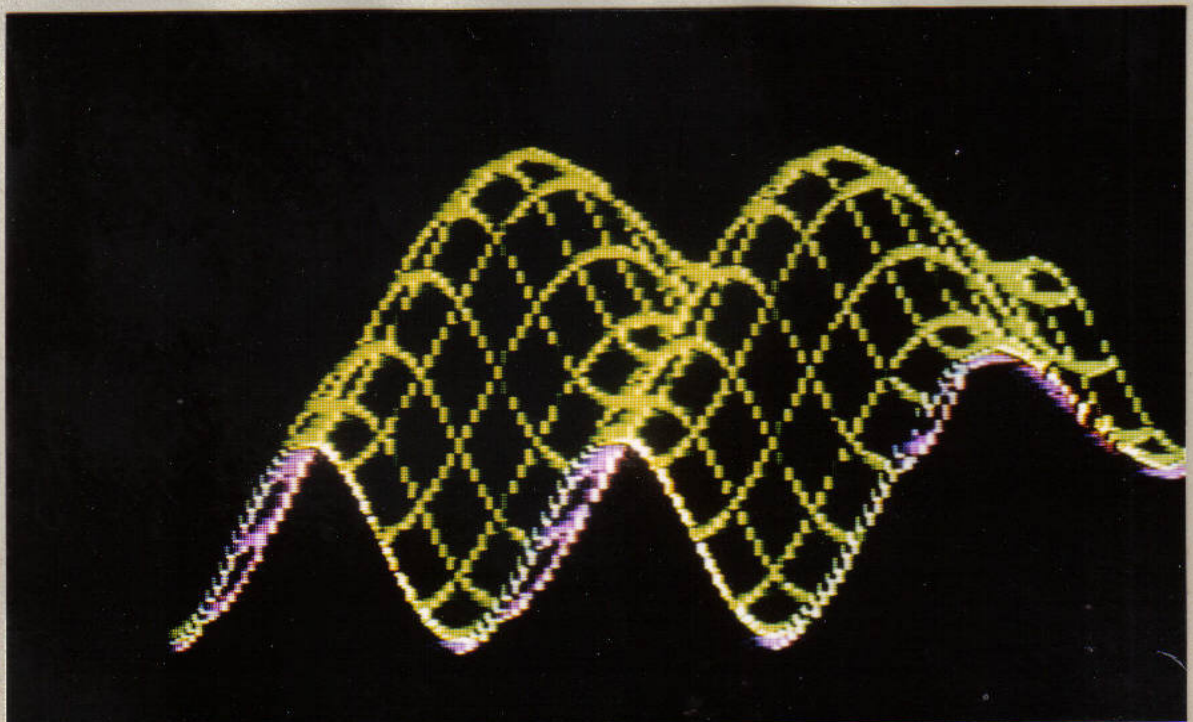


- 21 -

DREI-D.+      FNA(X)= SIN(X)      FNB(Y)= SIN(Y)  
UX= 0    OX= 6,3    UY= 0    OY= 6,3    H = 10



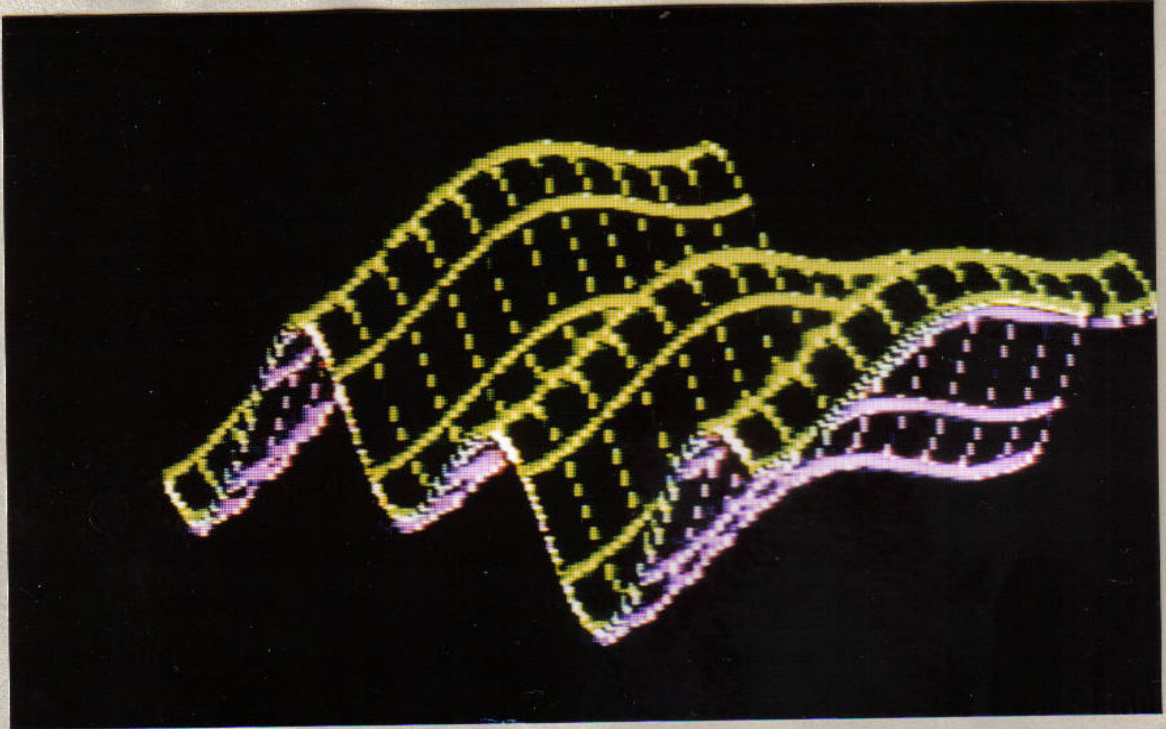
DREI-D.+      FNA(X)= (SIN(X))<sup>2</sup>      FNB(Y)= (SIN(Y))<sup>2</sup>  
UX= 0    OX= 6,3    UY= 0    OY= 3,2    H = 10



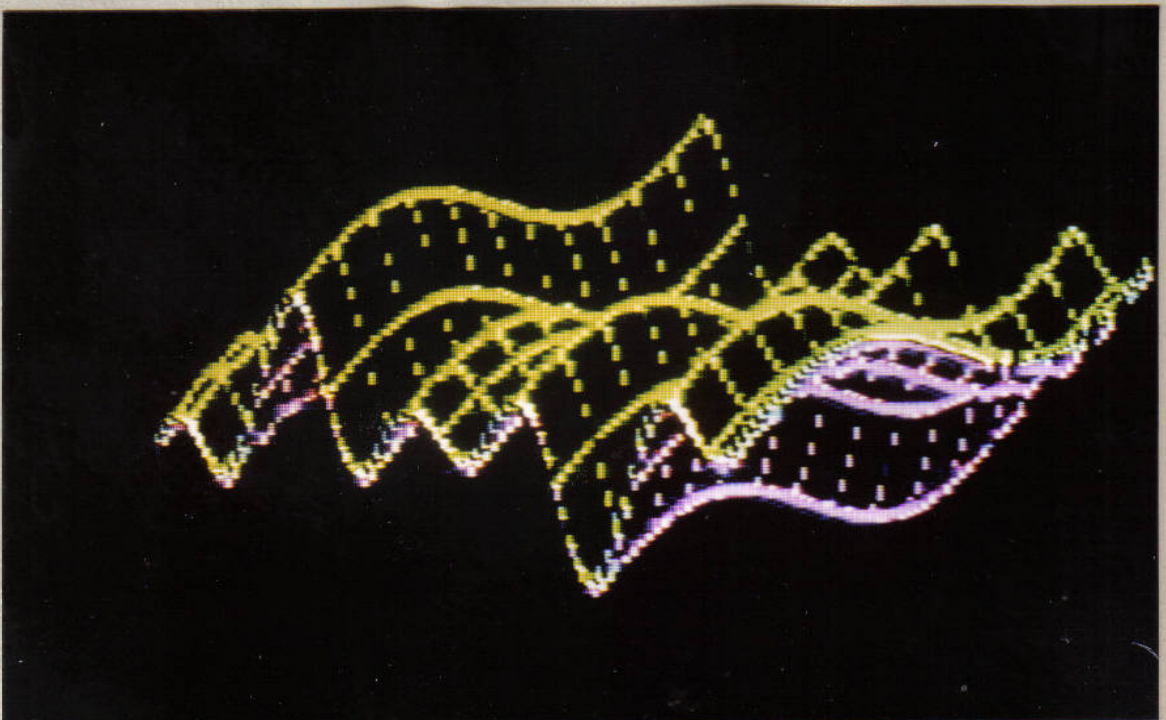


- 22 -

DREI-D.+      FNA(X)= SIN(X)-SIN(3X)      FNB(Y)= (SIN(Y))<sup>2</sup>  
UX= 0    OX= 6,3      UY= 0    OY= 3,2      H = 10



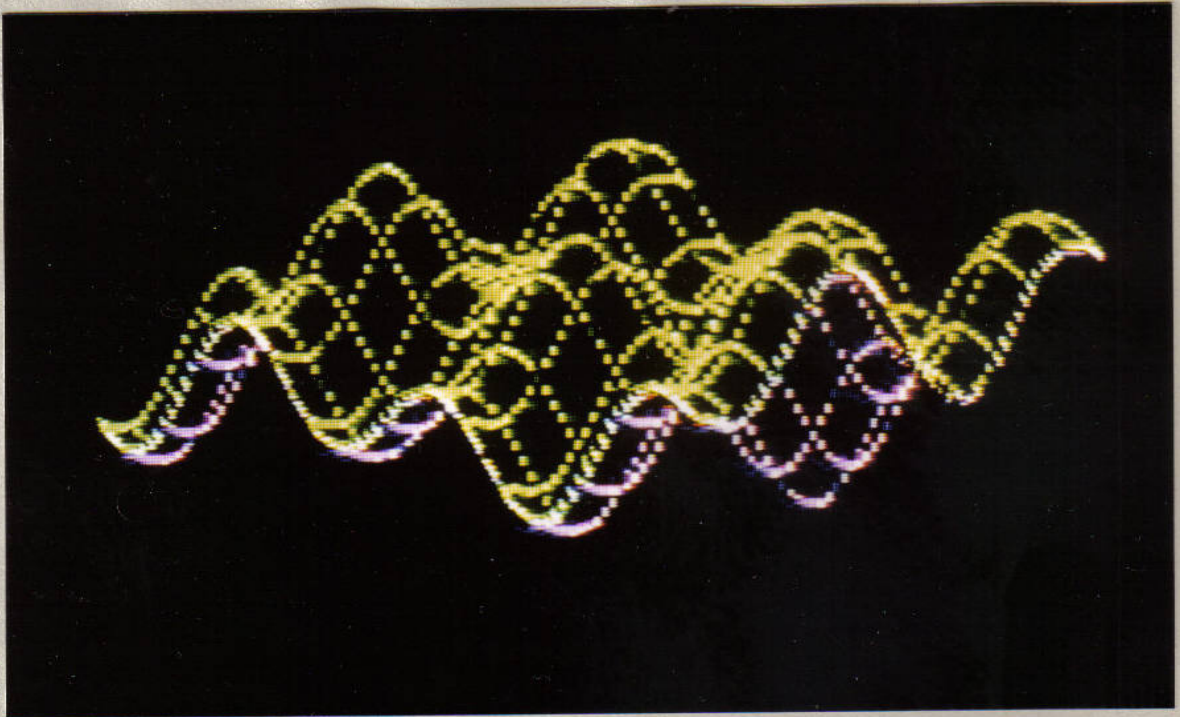
DREI-D.+      FNA(X)= SINX-SIN3X+SIN5X      FNB(Y)= SIN(Y)  
UX= 0    OX= 6,3      UY= 0    OY= 6,3      H = 10



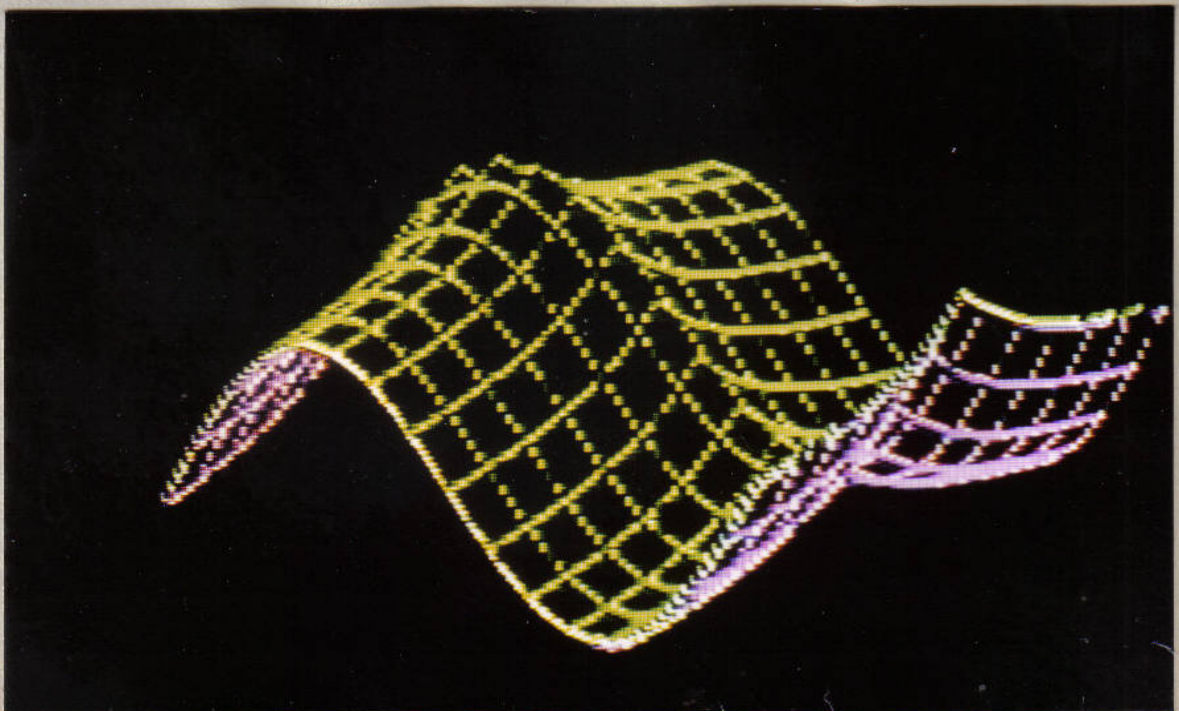


- 23 -

DREI-D.+ FNA(X)= SINX-SIN3X FNB(Y)= SINY-SIN2Y  
UX= 0 OX= 6,3 UY= 0 OY= 6,3 H = 10



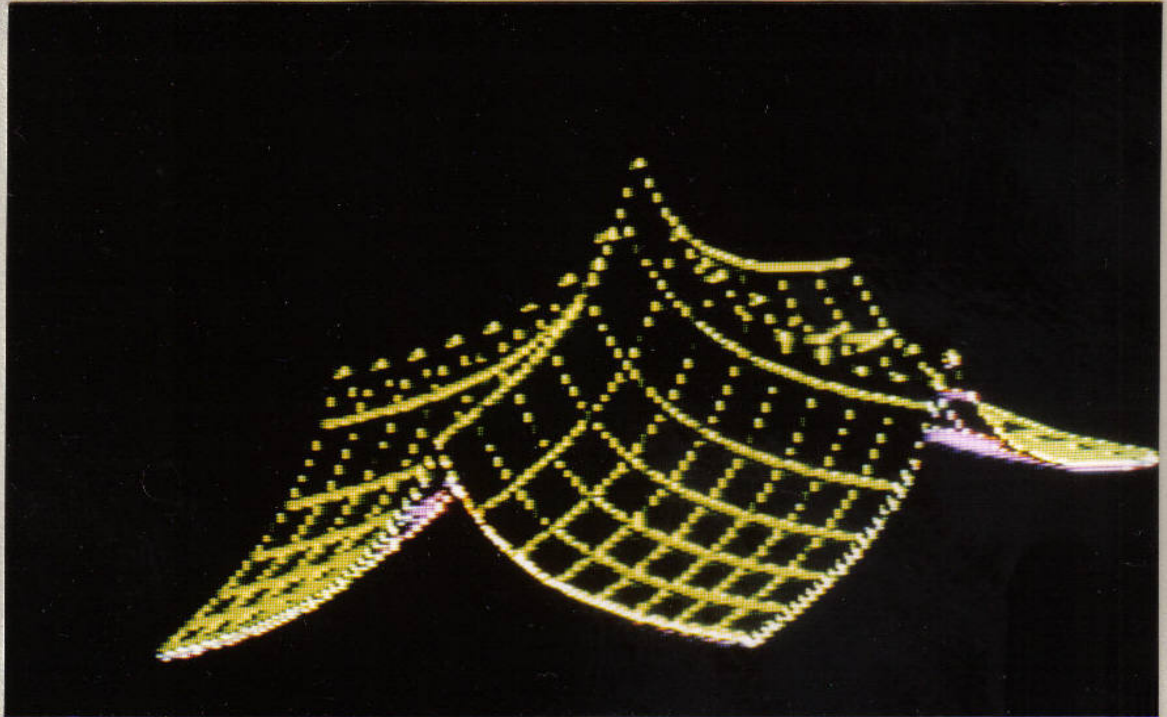
DREI-D.+ FNA(X)= SIN(X) FNB(Y)= 1/(ABS(Y+1))  
UX= 0 OX= 6,3 UY= -2 OY= 2 H = 10



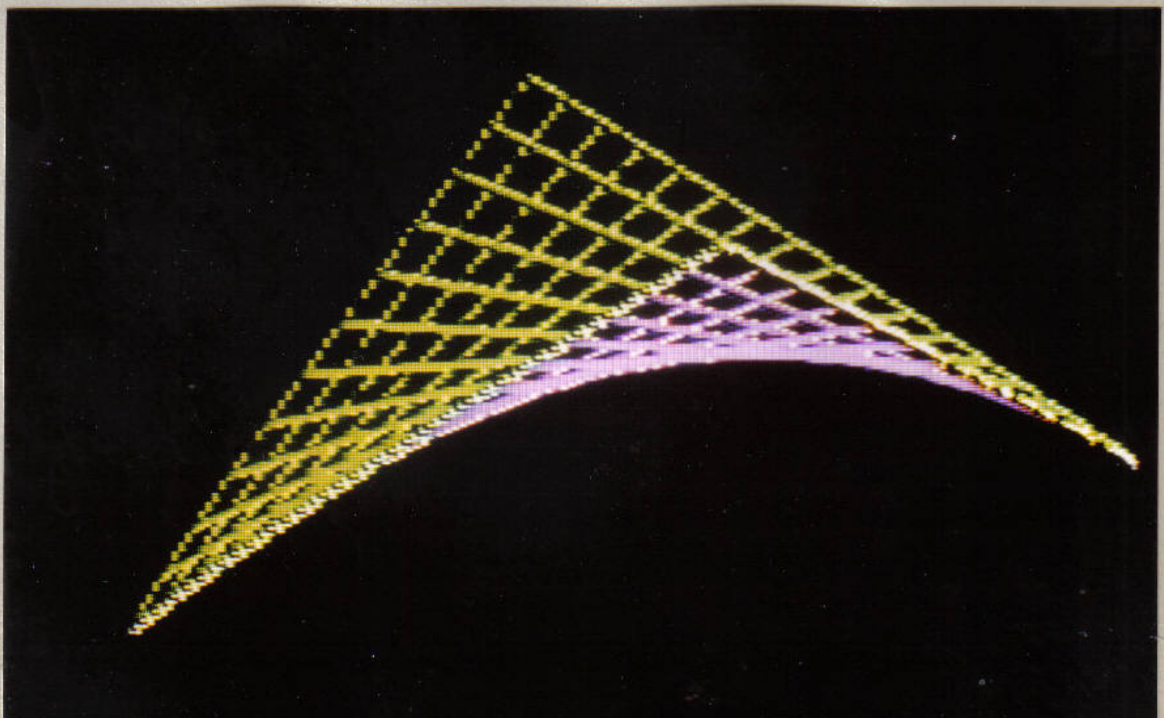


- 24 -

DREI-D.+ FNA(X) = 1/(ABS(X+1)) FNB(Y) = 1/(ABS(Y+1))  
UX = -3 OX = 3 UY = -3 OY = 3 H = 9



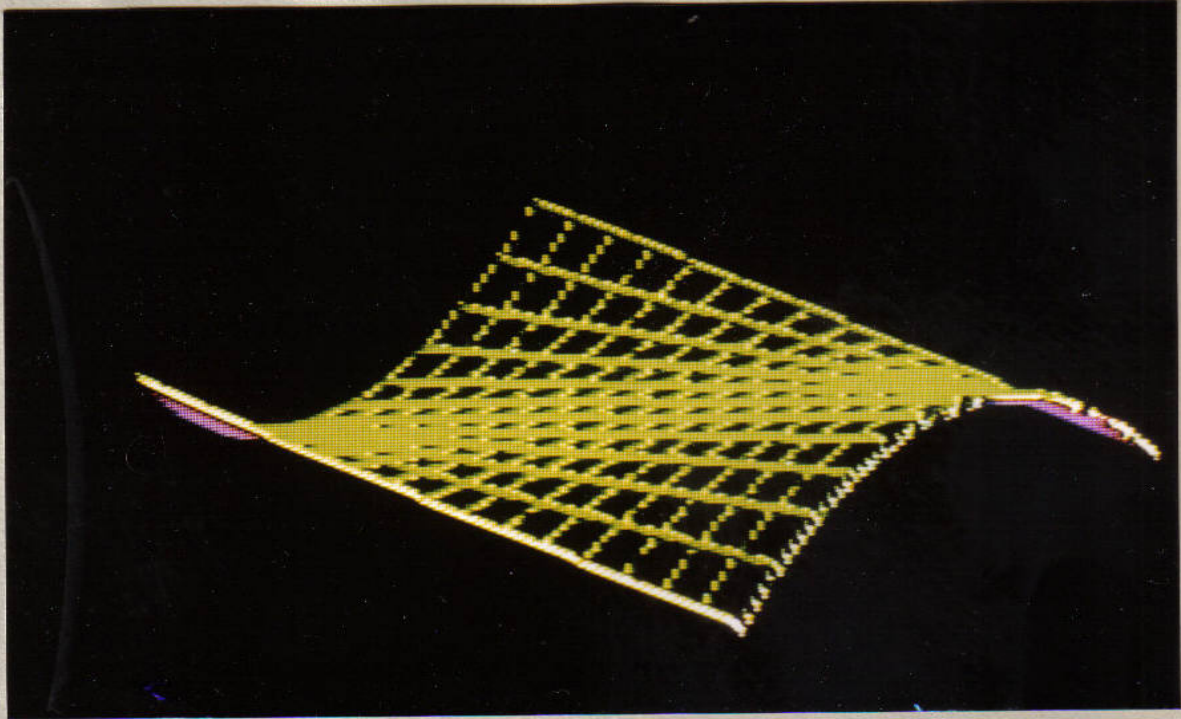
DREI-D.\* FNA(X) = X FNB(Y) = -Y  
UX = -1 OX = 1 UY = -1 OY = 1 H = 10



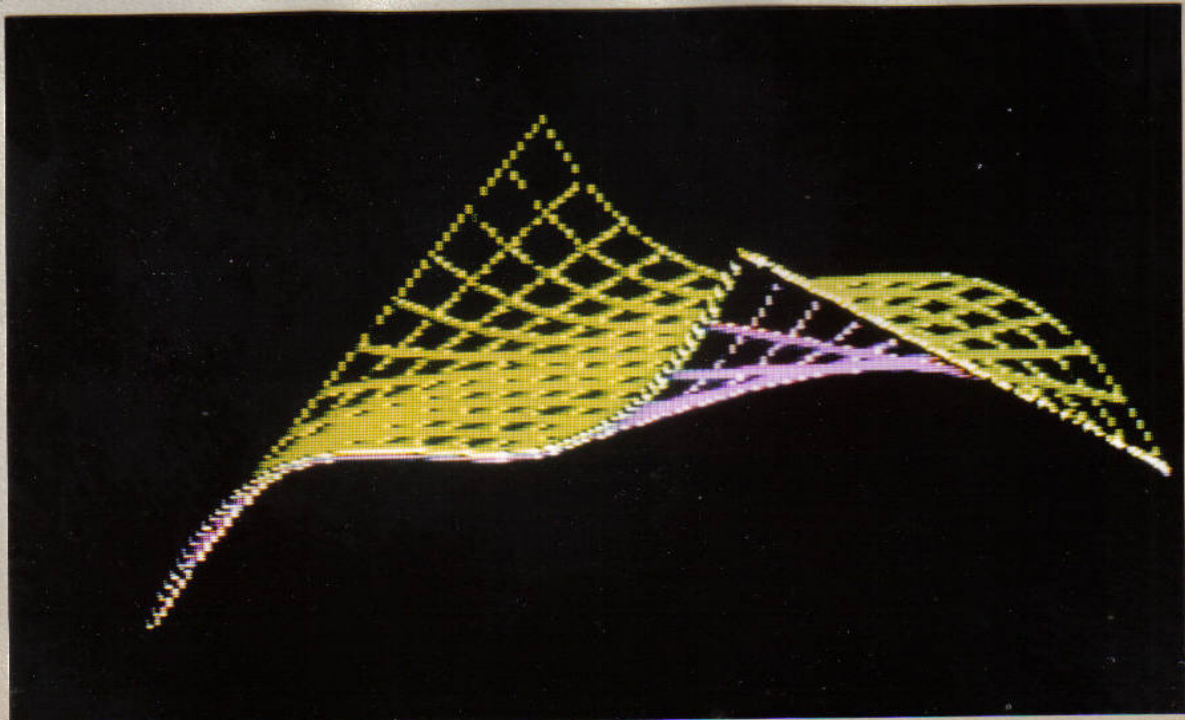


- 25 -

DREI-D.\*       $FNA(X) = -X$        $FNB(Y) = Y^2$   
UX = -1    OX = 1    UY = -1    OY = 1    H = 10



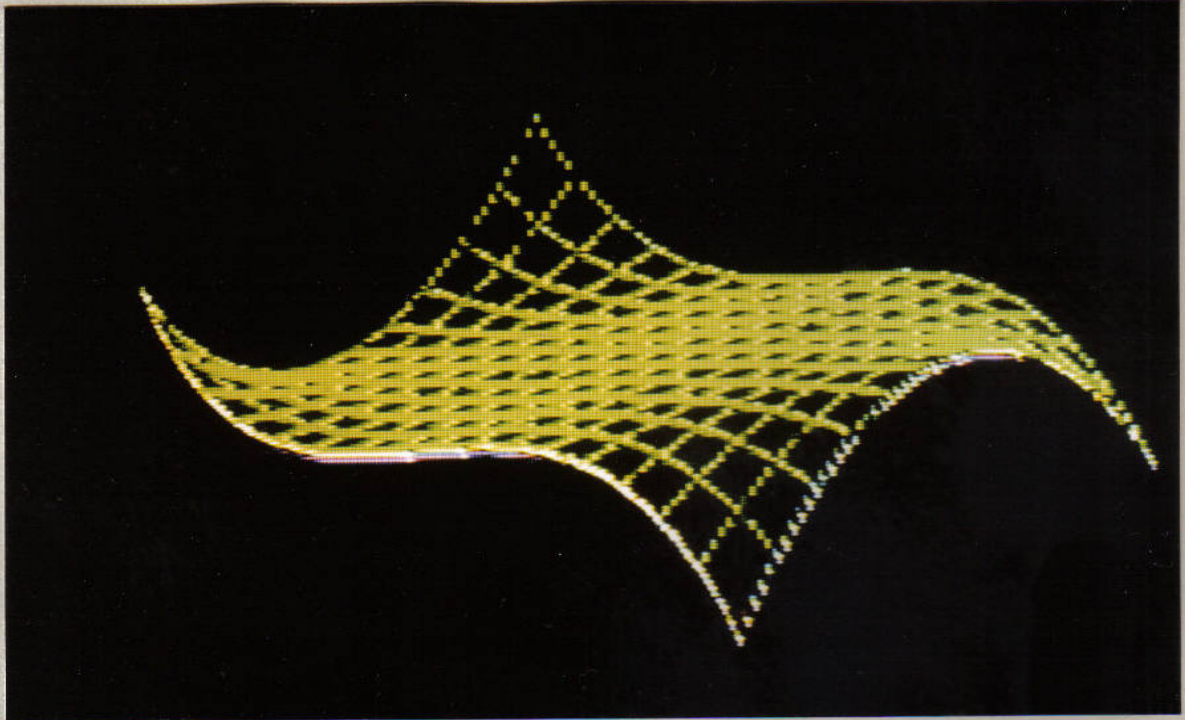
DREI-D.\*       $FNA(X) = X^3 + X^2$        $FNB(Y) = -Y$   
UX = -2    OX = 1,4    UY = -1    OY = 1    H = 10



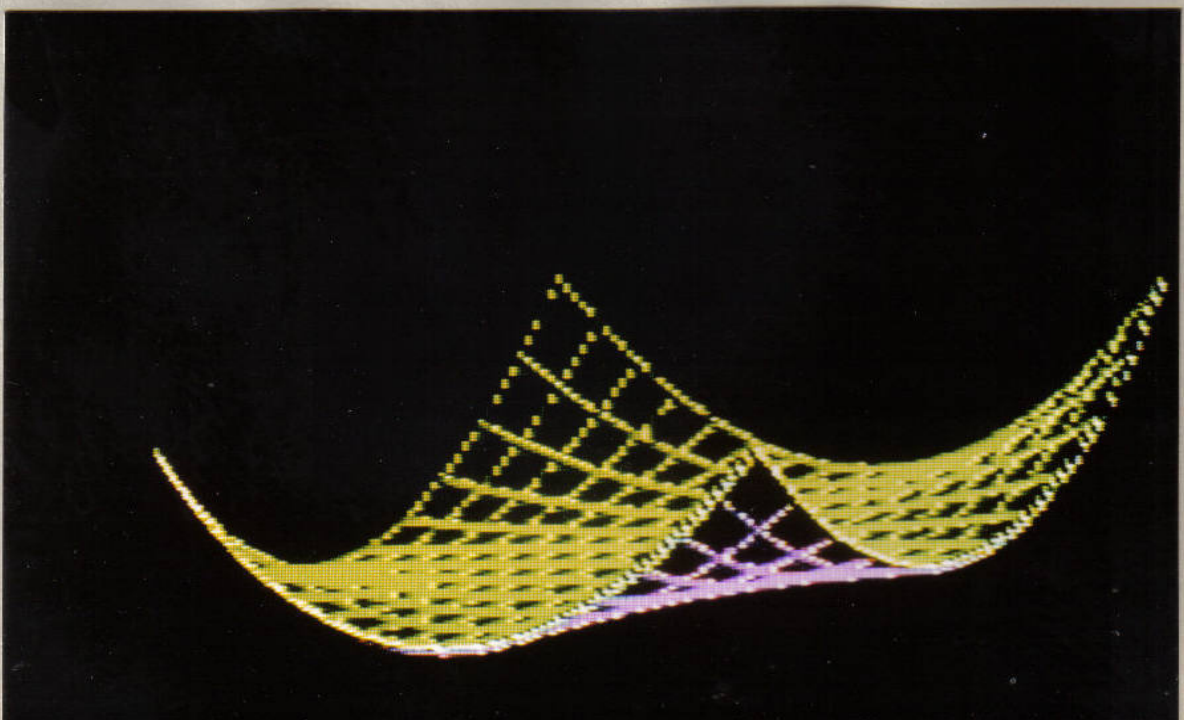


- 26 -

DREI-D.\*       $FNA(X) = -X^3 - X^2$        $FNB(Y) = Y^2$   
UX = -2      OX = 1,4      UY = -1      OY = 1      H = 10



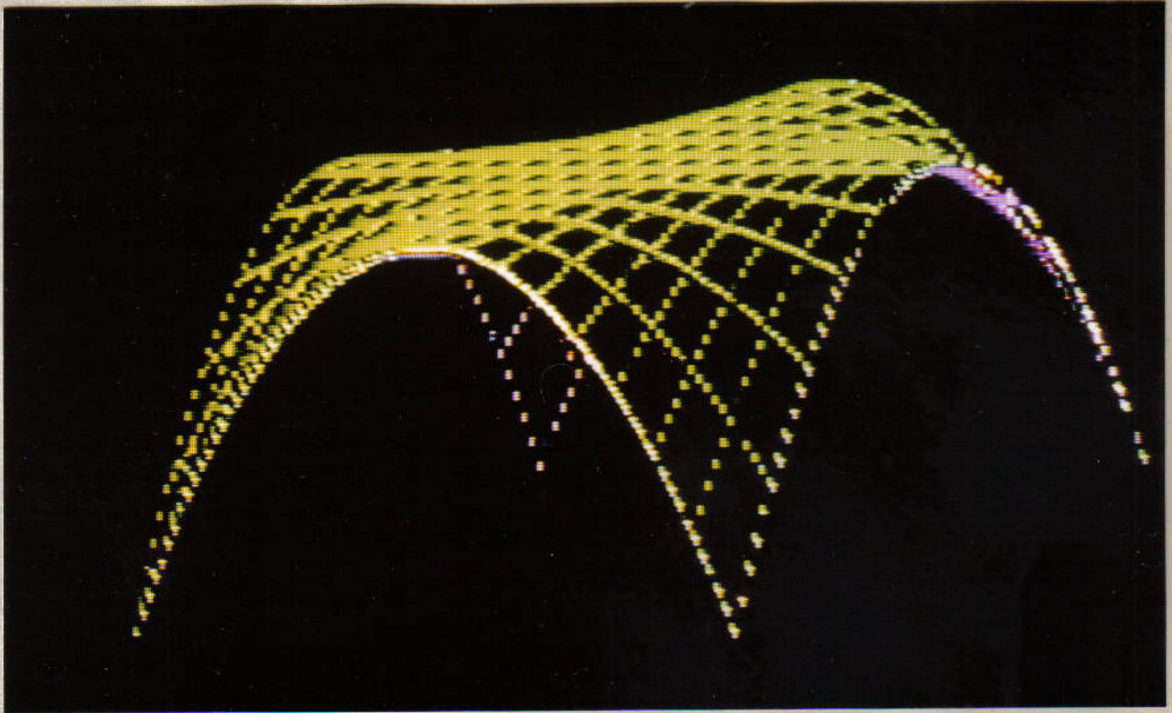
DREI-D.\*       $FNA(X) = X^2$        $FNB(Y) = Y^2$   
UX = -1      OX = 1      UY = -1      OY = 1      H = 10



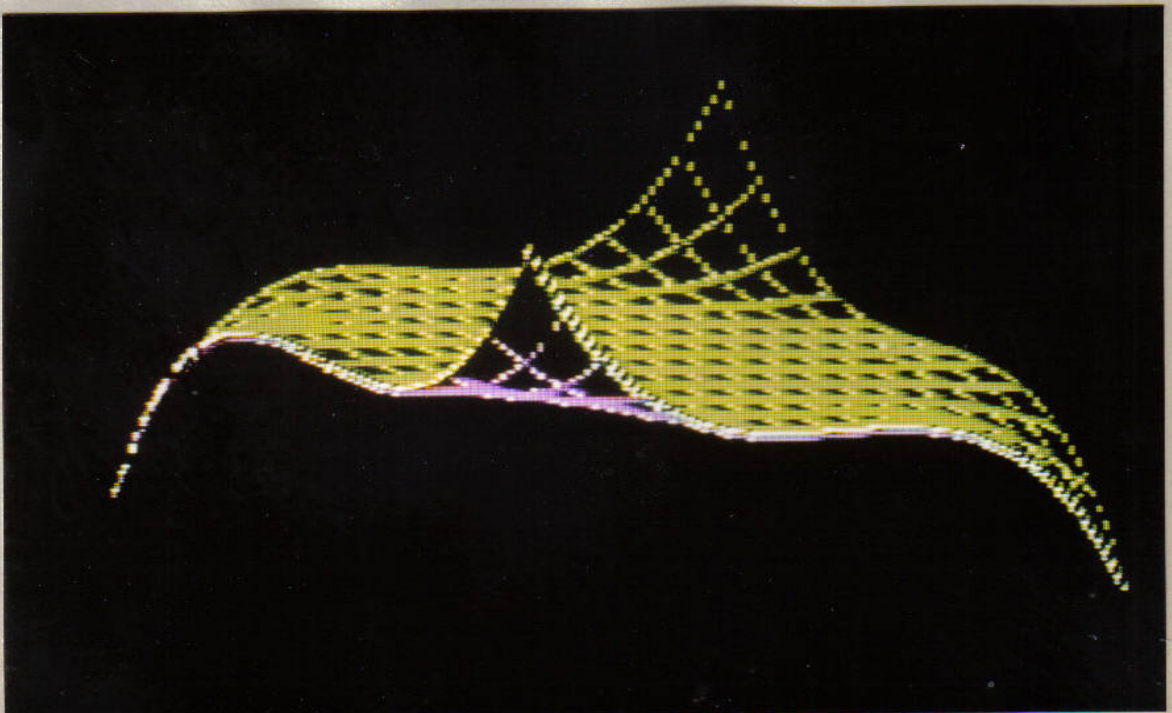


- 27 -

DREI-D.\*       $FNA(X) = X^2$        $FNB(Y) = -Y^2$   
UX= -1    OX= 1      UY= -1    OY= 1      H = 10



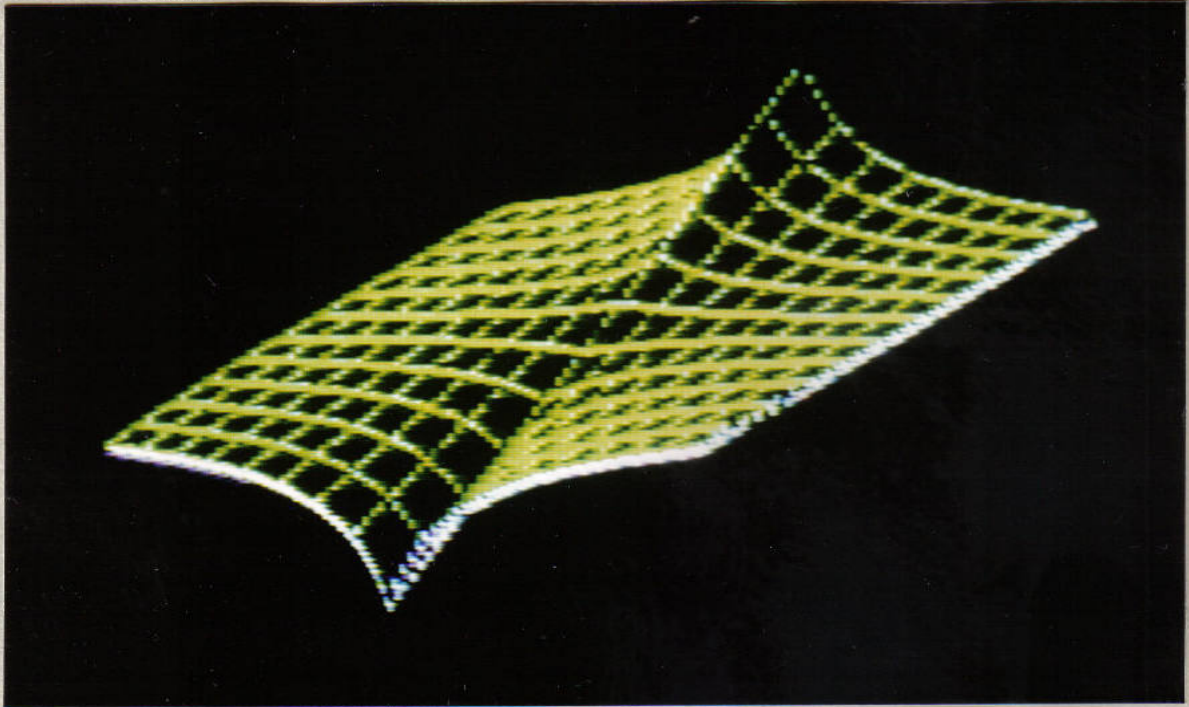
DREI-D.\*       $FNA(X) = X^3 + X^2$        $FNB(Y) = -Y^3 - Y^2$   
UX= -2    OX= 1,4      UY= -2    OY= 1,4      H = 10



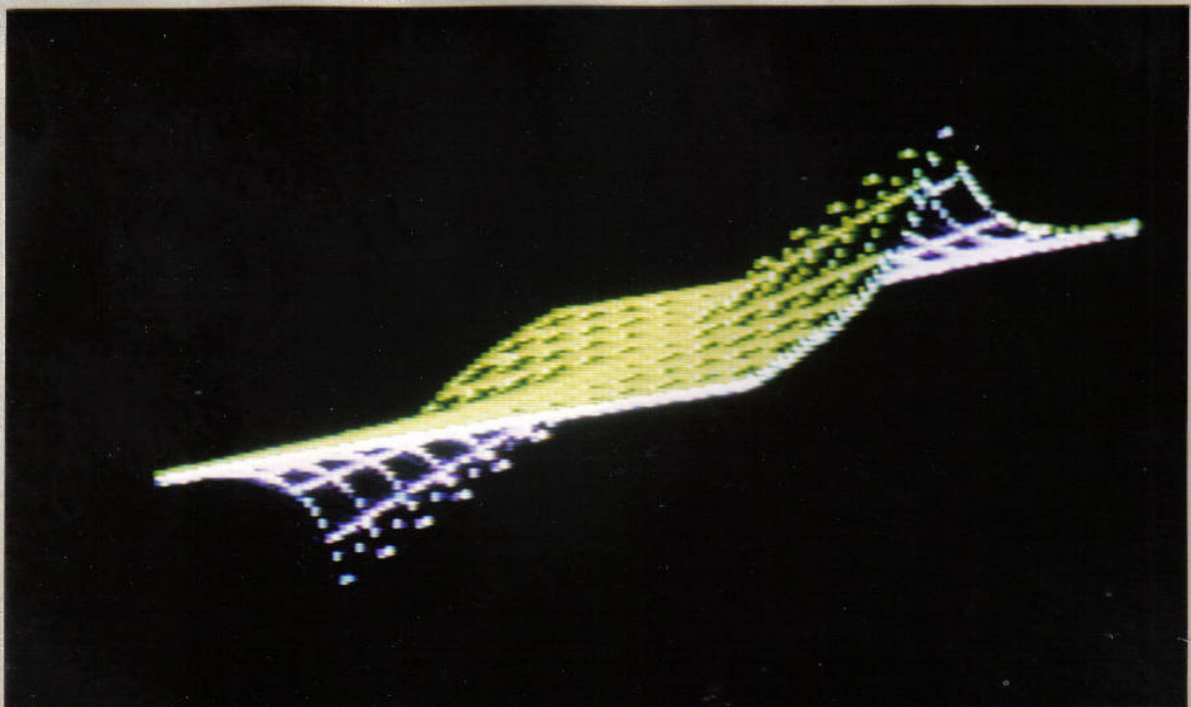


- 28 -

DREI-D.\*      FNA(X) = 1/(ABS(X+1))      FNB(Y) = Y  
UX = -3    OX = 3      UY = -1    OY = 1      H = 10



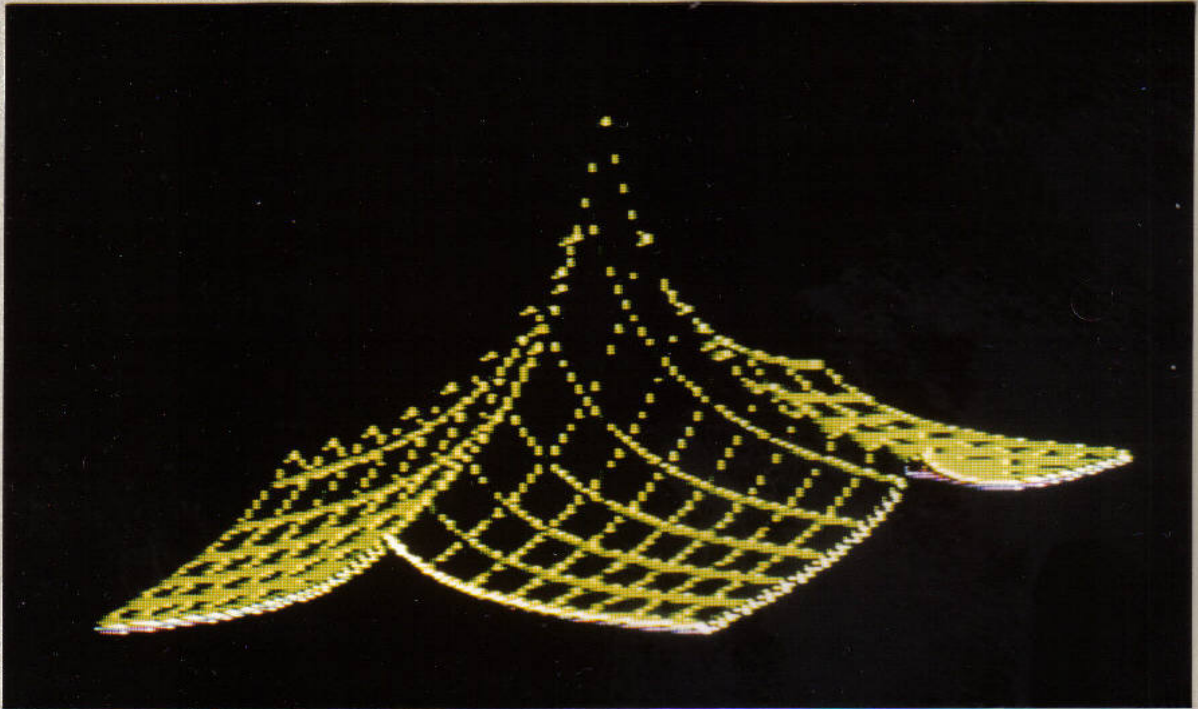
DREI-D.\*      FNA(X) = X      FNB(Y) = 1/(ABS(Y+1))  
UX = -1    OX = 1      UY = -3    OY = 3      H = 10



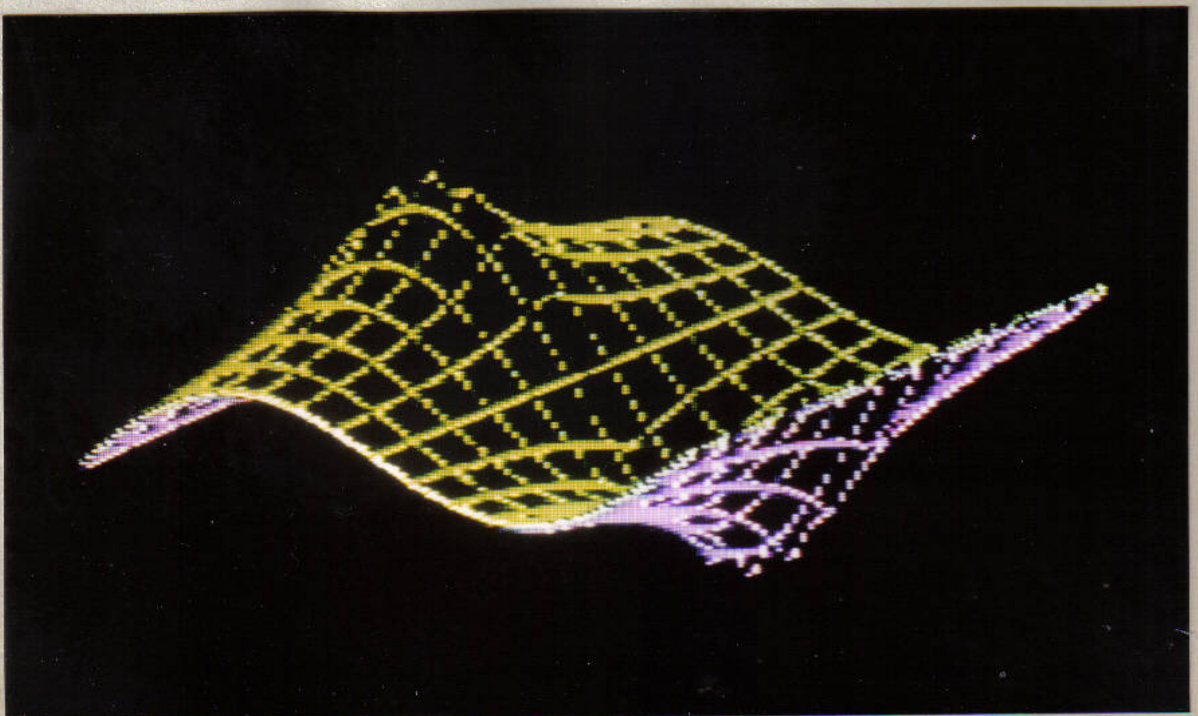


- 29 -

```
DREI-D.*  FNA(X)= 1/(ABS(X+1))  FNB(Y)= 1/(ABS(Y+1))  
UX= -3    OX= 3    UY= -3    OY= 3    H = 10
```



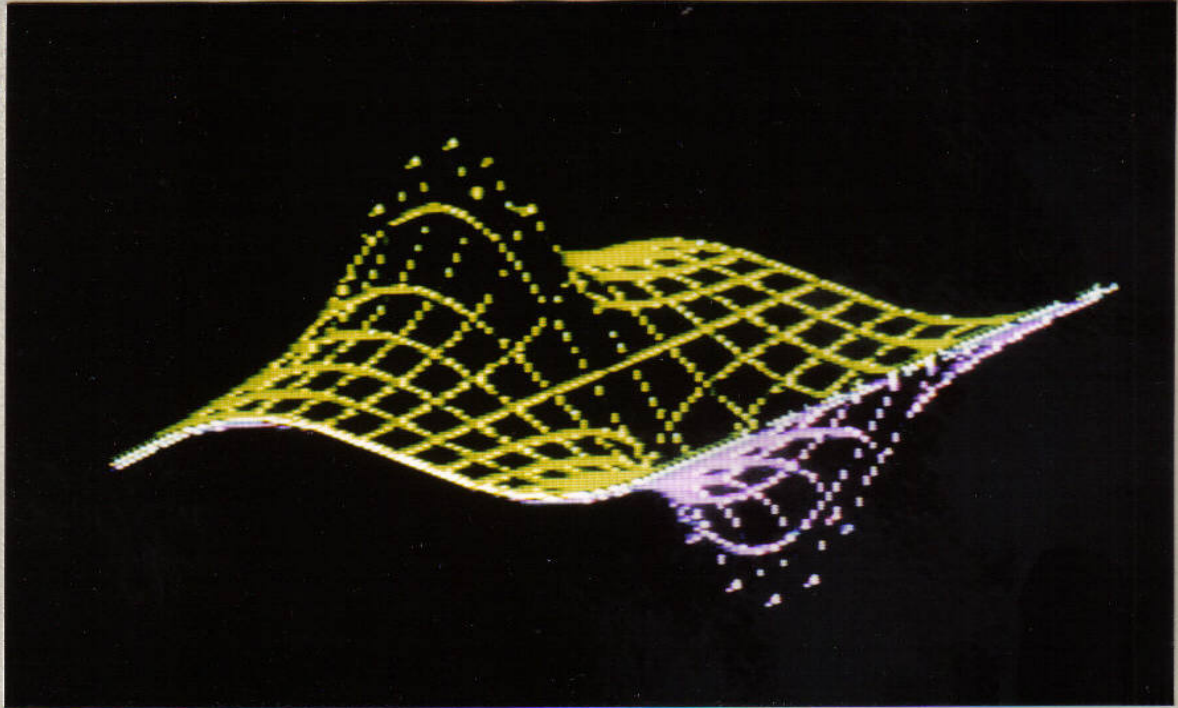
```
DREI-D.*  FNA(X)= SIN(X)  FNB(Y)= 1/(ABS(Y+1))  
UX= 0     OX= 6,3    UY= -2    OY= 2    H = 10
```



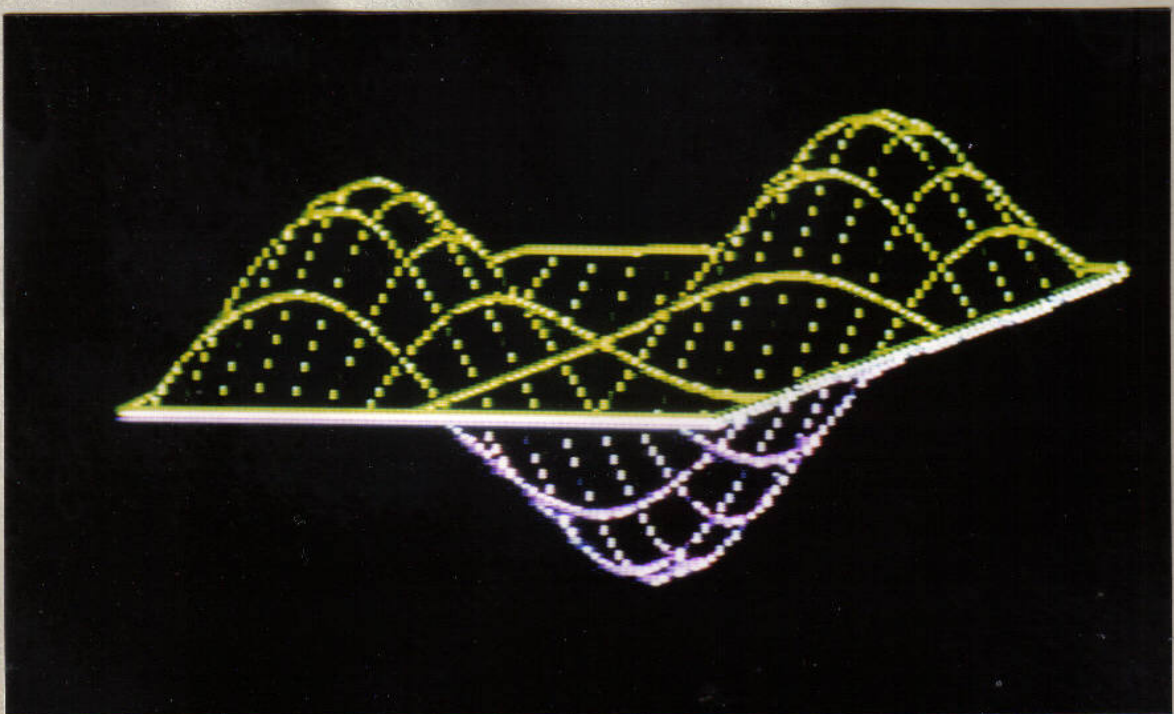


- 30 -

DREI-D.\*      FNA(X)= SIN(X)    FNB(Y)= 1/(ABS(Y+1))  
UX= 0    OX= 6,3      UY= -4    OY= 4      H = 10



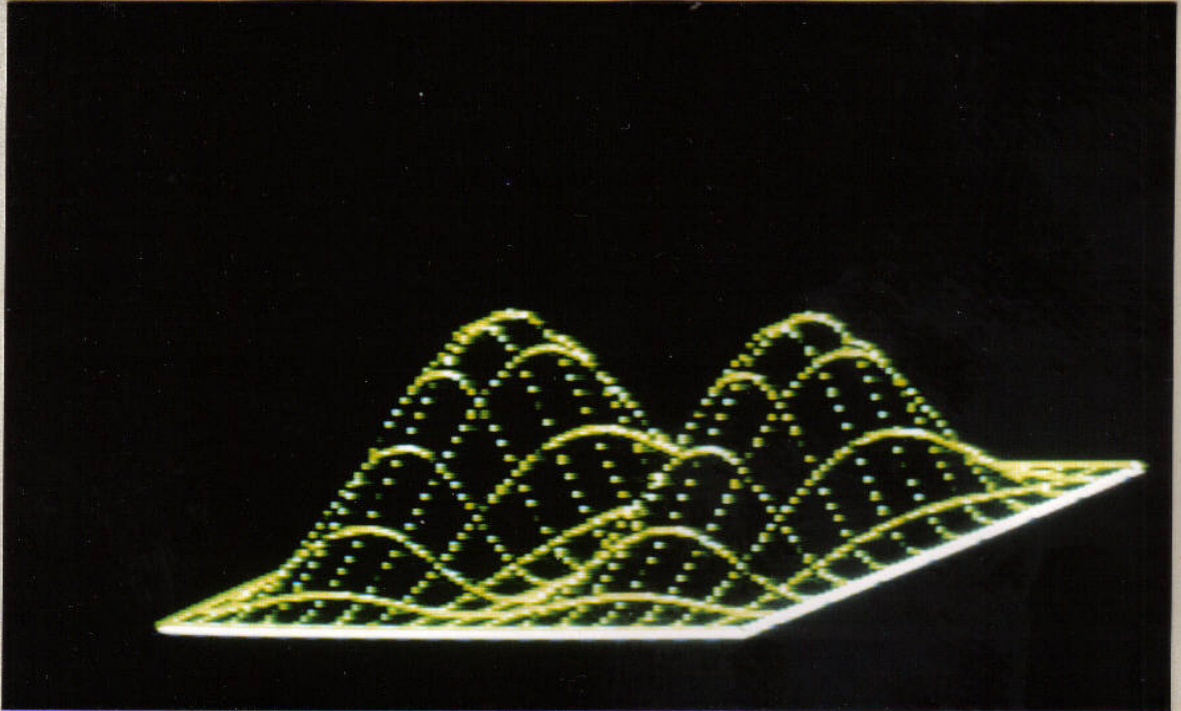
DREI-D.\*      FNA(X)= SIN(X)    FNB(Y)= SIN(Y)  
UX= 0    OX= 6,3      UX= 0    OX= 6,3      H = 10



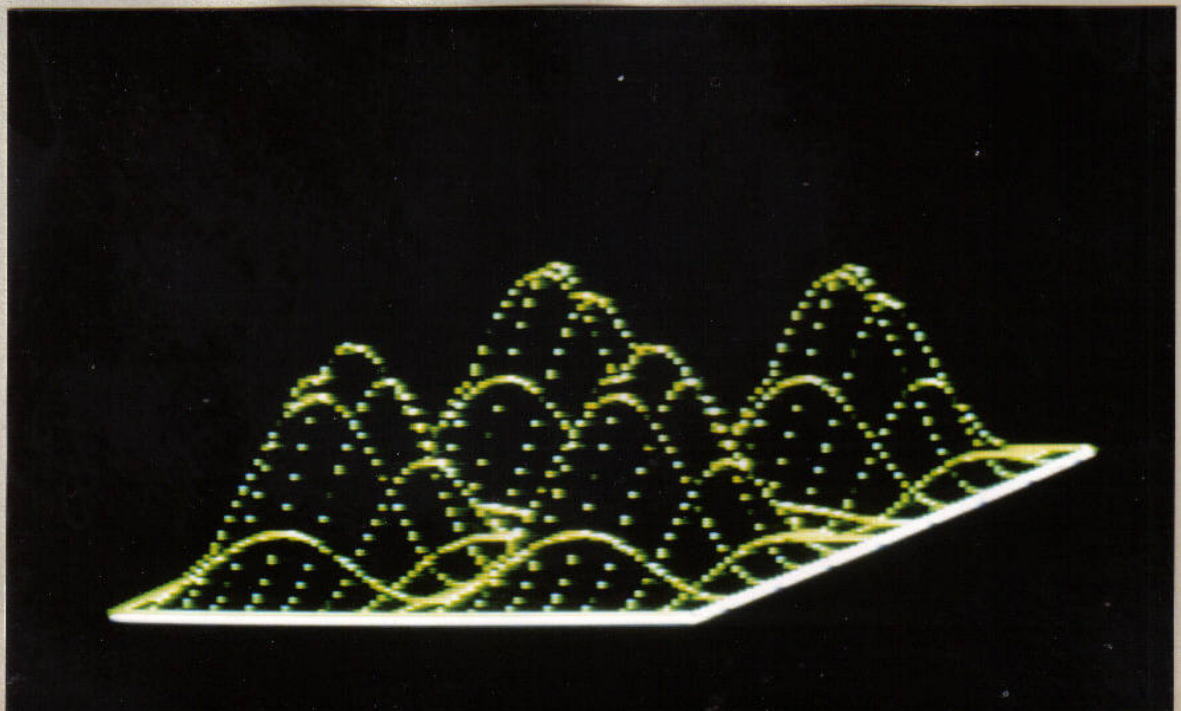


- 31 -

DREI-D.\*       $FNA(X) = (\sin(X))^2$        $FNB(Y) = (\sin(Y))^2$   
UX = 0    OX = 6,3      UY = 0    OY = 3,2



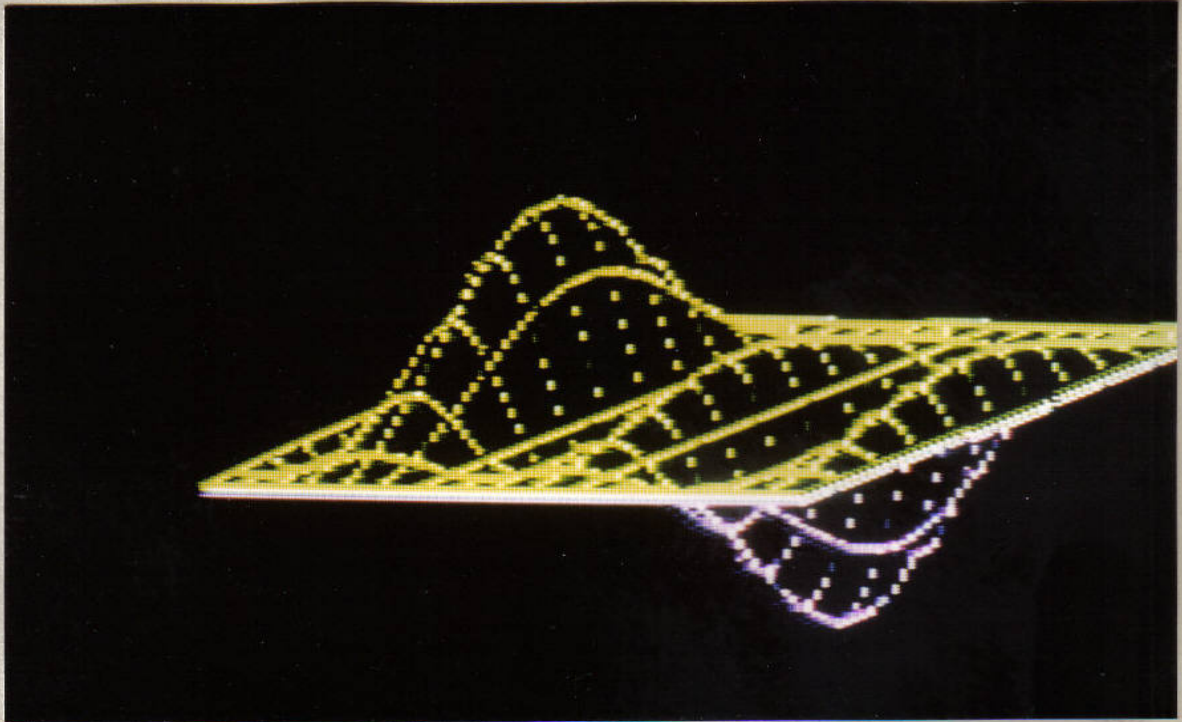
DREI-D.\*       $FNA(X) = (\sin(X))^2$        $FNB(Y) = (\sin(Y))^2$   
UX = 0    OX = 6,3      UY = 0    OY = 6,3      H = 10



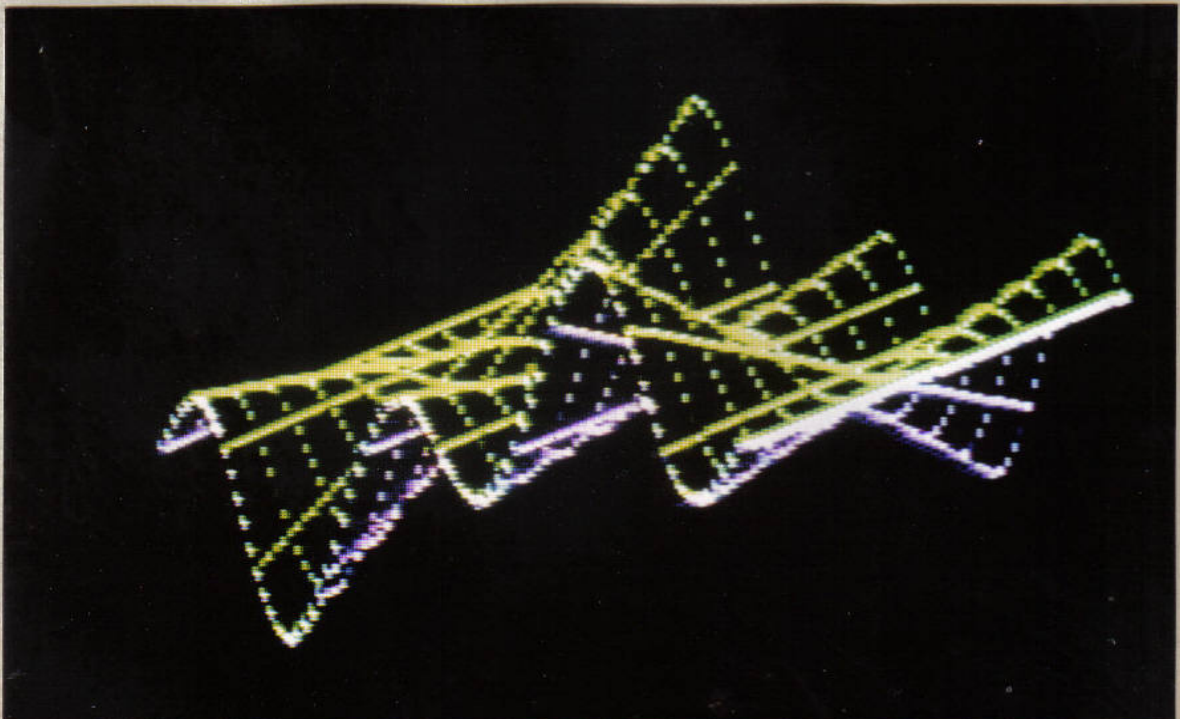


- 32 -

DREI-D.\* FNA(X) = SIN(X) - SIN(3X) FNB(Y) = (SIN(Y))<sup>2</sup>  
UX = 0 OX = 6,3 UY = 0 OY = 3,2 H = 10



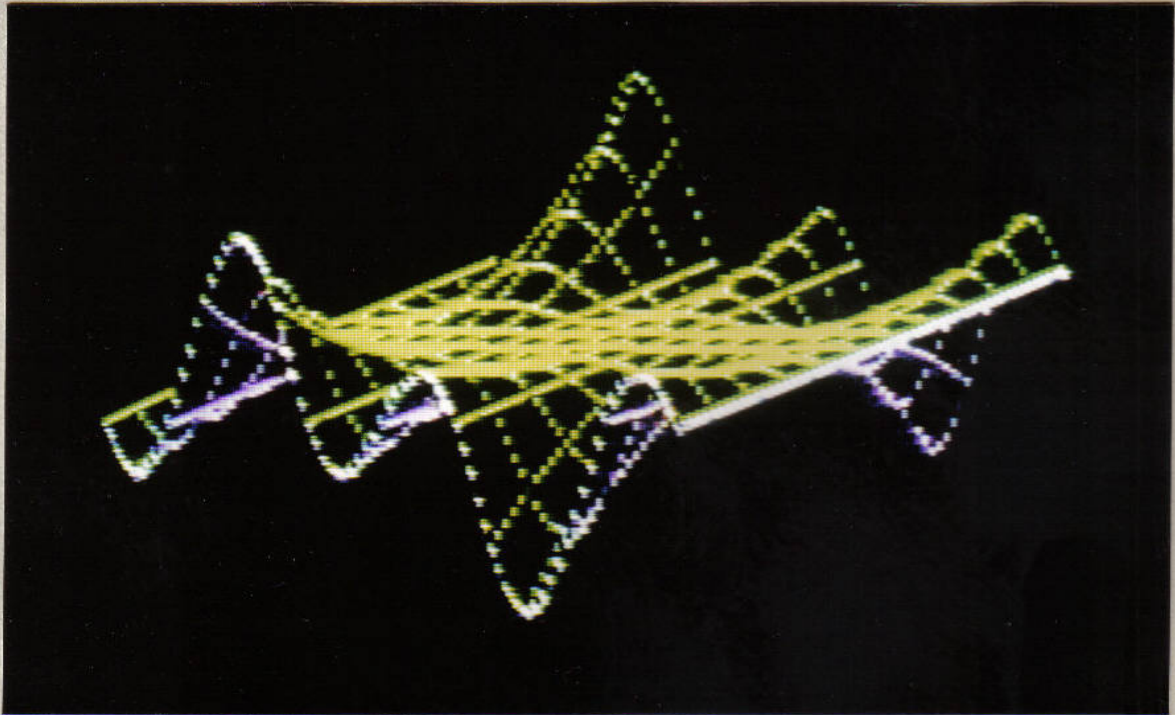
DREI-D.\* FNA(X) = SIN(X) - SIN(3X) FNB(Y) = Y  
UX = 0 OX = 6,3 UY = -1 OY = 1 H = 10



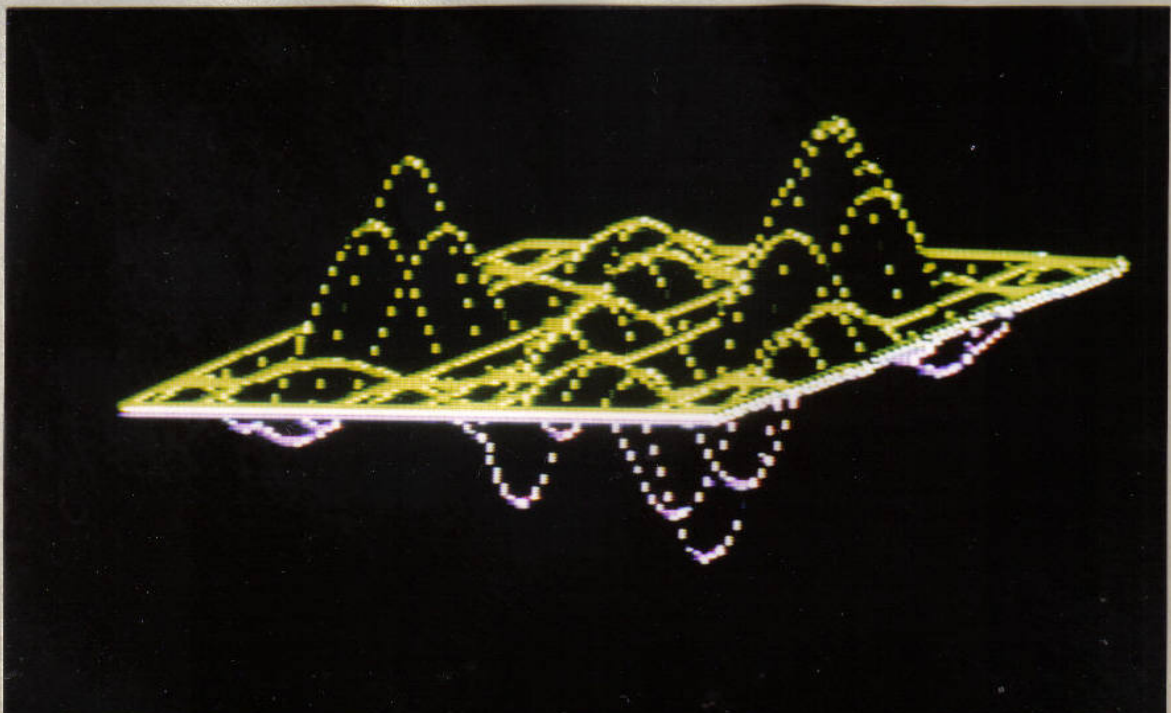


- 33 -

DREI-D.\* FNA(X) = SIN(X) - SIN(3X) FNB(Y) = Y<sup>2</sup>  
UX = 0 OX = 6,3 UY = -1 OY = 1 H = 10



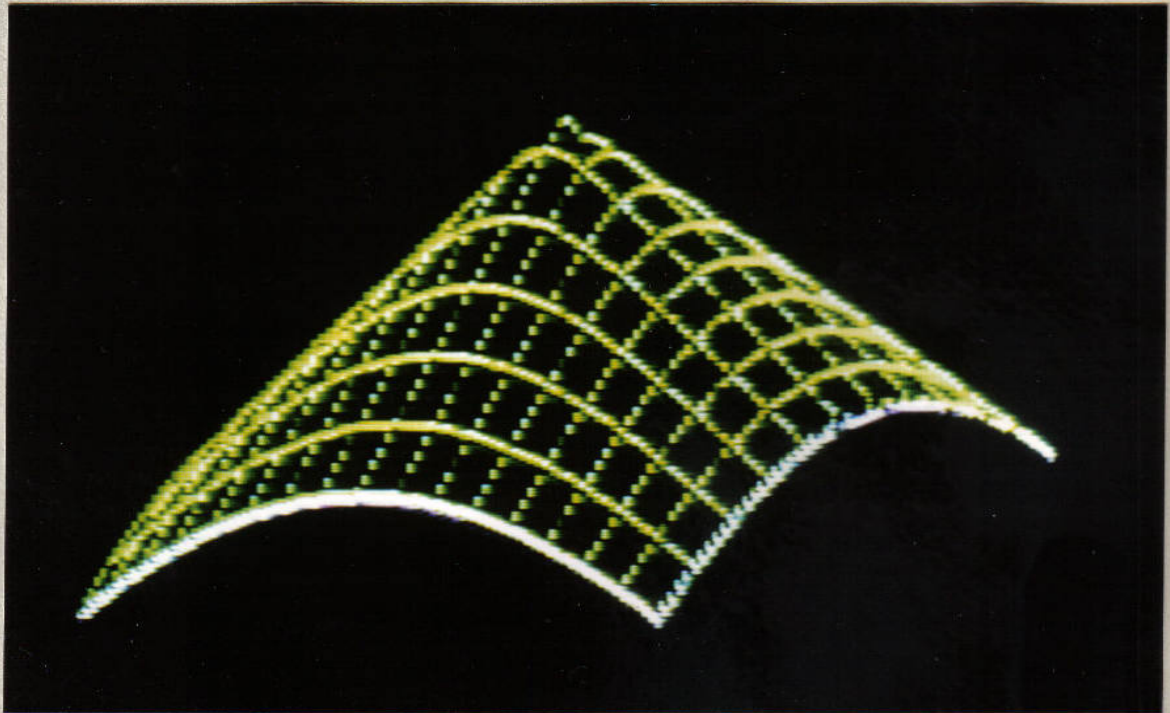
DREI-D.\* FNA(X) = SINX - SIN3X FNB(Y) = SINY - SIN3Y  
UX = 0 OX = 6,3 UY = 0 OY = 6,3 H = 10



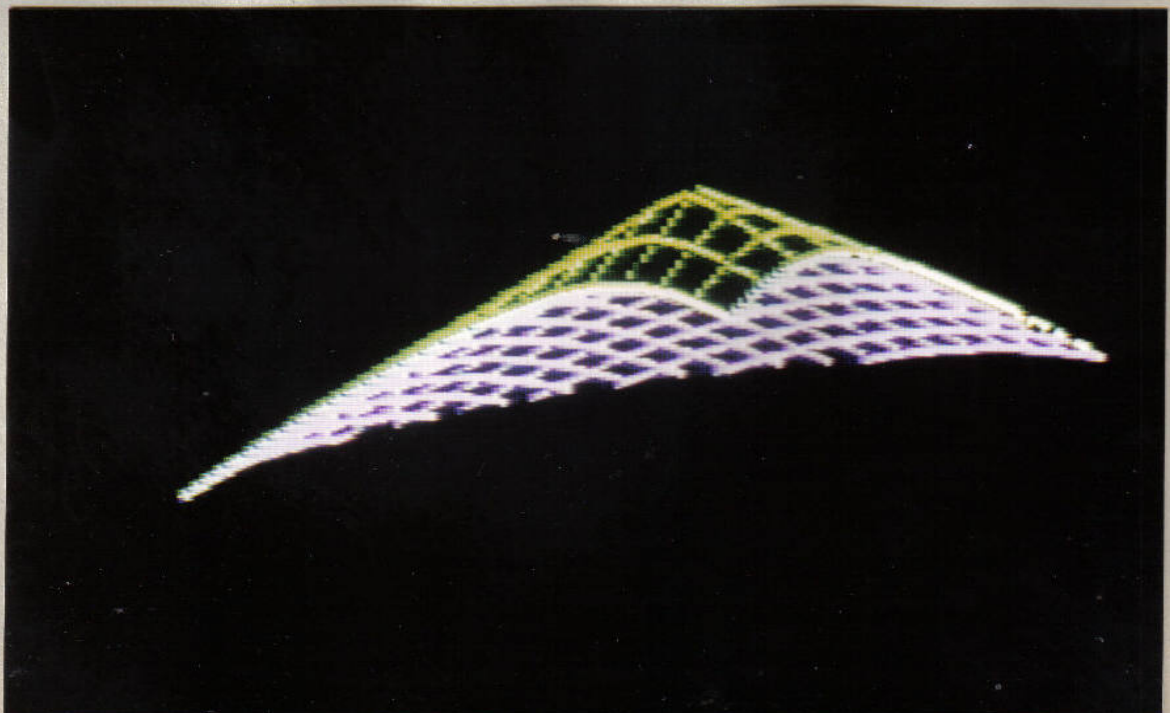


- 34 -

KREIS-3D      FNA(A) = -A      XM = 3    YM = 3  
UX = 0    OX = 6      UY = 0    OY = 6      H = 10    RA = 7



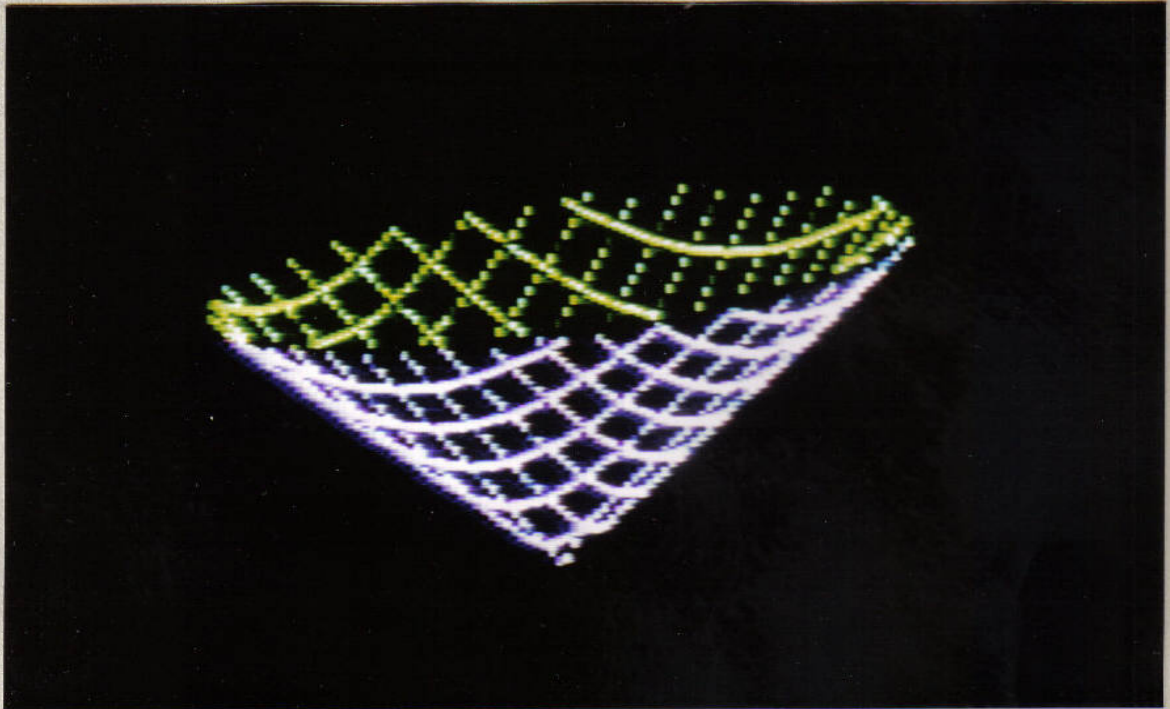
KREIS-3D      FNA(A) = -A      XM = 4    YM = 1  
UX = 0    OX = 5      UY = 0    OY = 5      H = 10    RA = 4,2



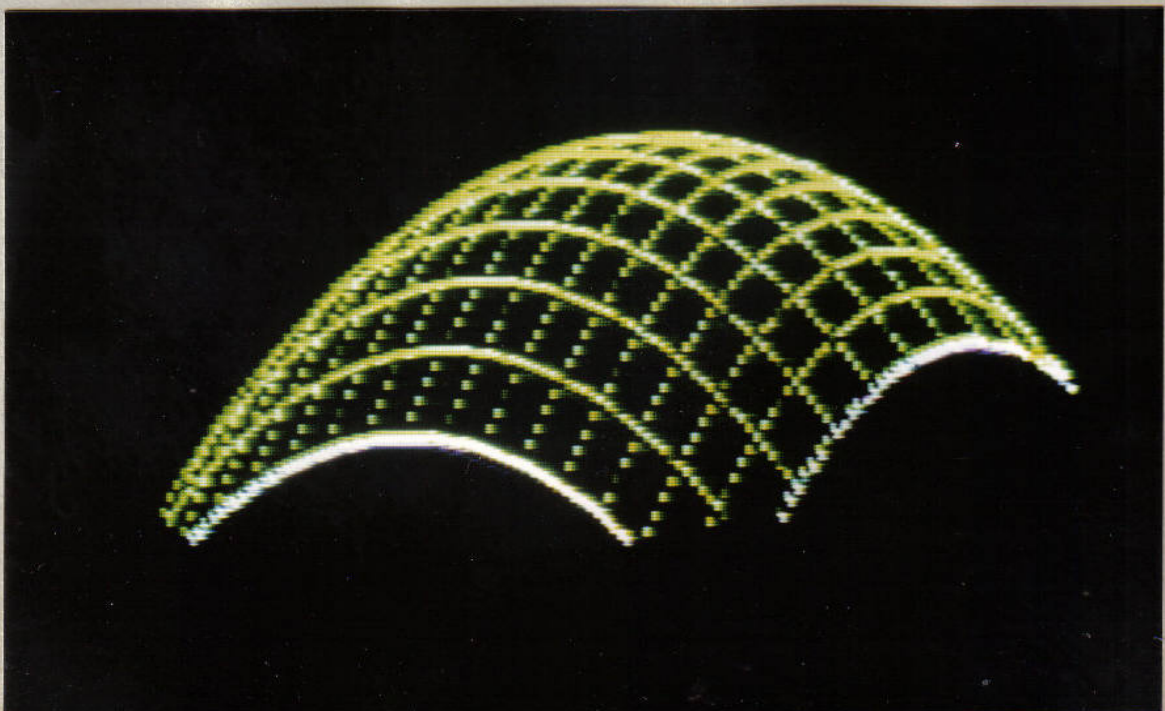


- 35 -

KREIS-3D      FNA(A) = A      XM= 3    YM= 3  
UX= 0    OX= 6    UY= 0    OY= 6    H= 10    RA= 3



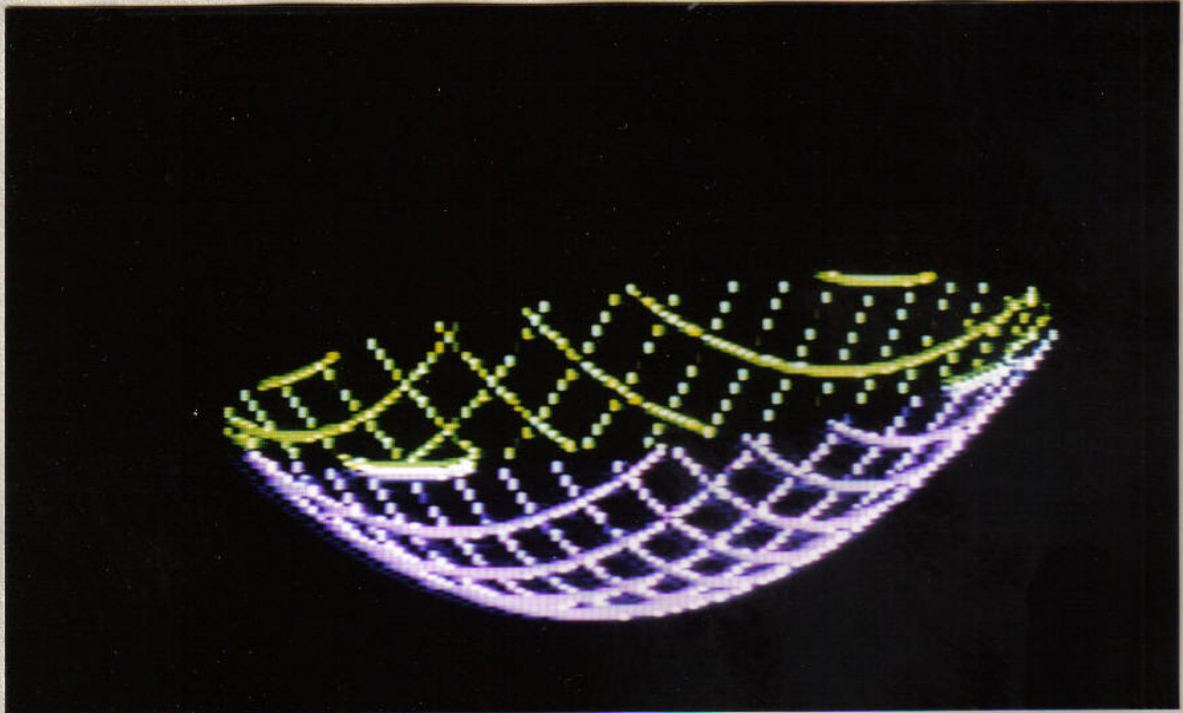
KREIS-3D      FNA(A) = -A<sup>2</sup>      XM= 3    YM= 3  
UX= 0    OX= 6    UY= 0    OY= 6    H= 10    RA= 3,5



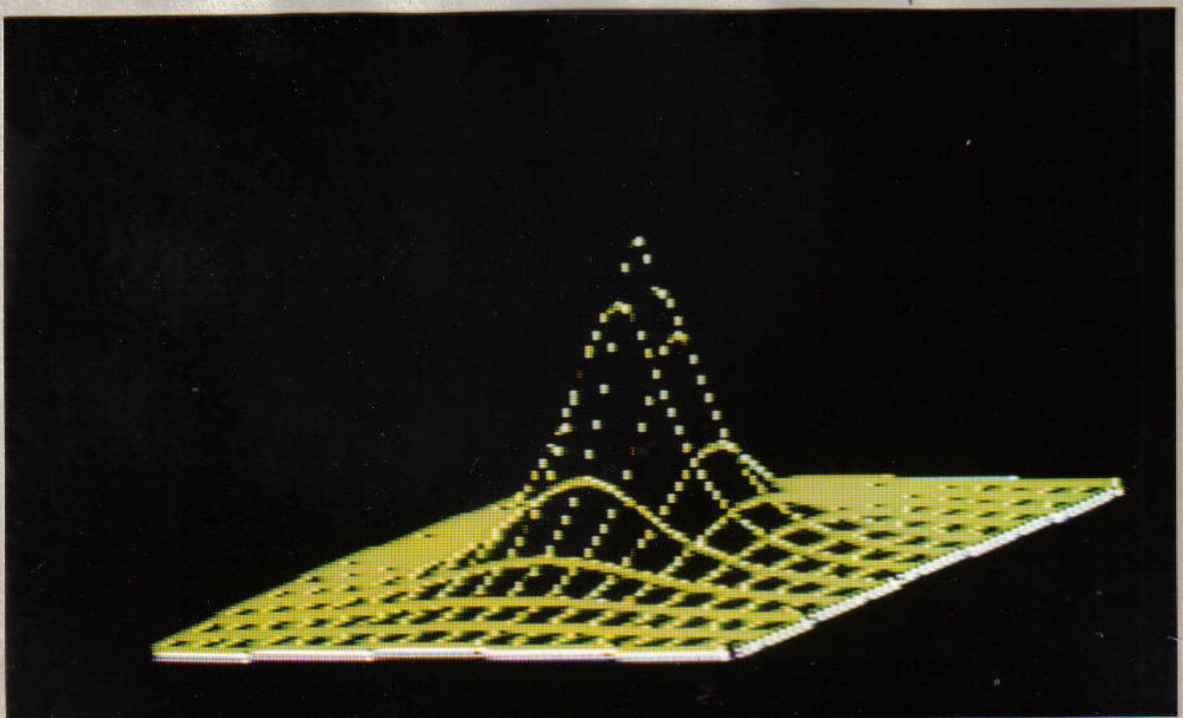


- 36 -

KREIS-3D      FNA(A) =  $A^2$       XM= 3      YM= 3  
UX= 0    OX= 6    UY= 0    OY= 6    H= 10    RA= 3,05



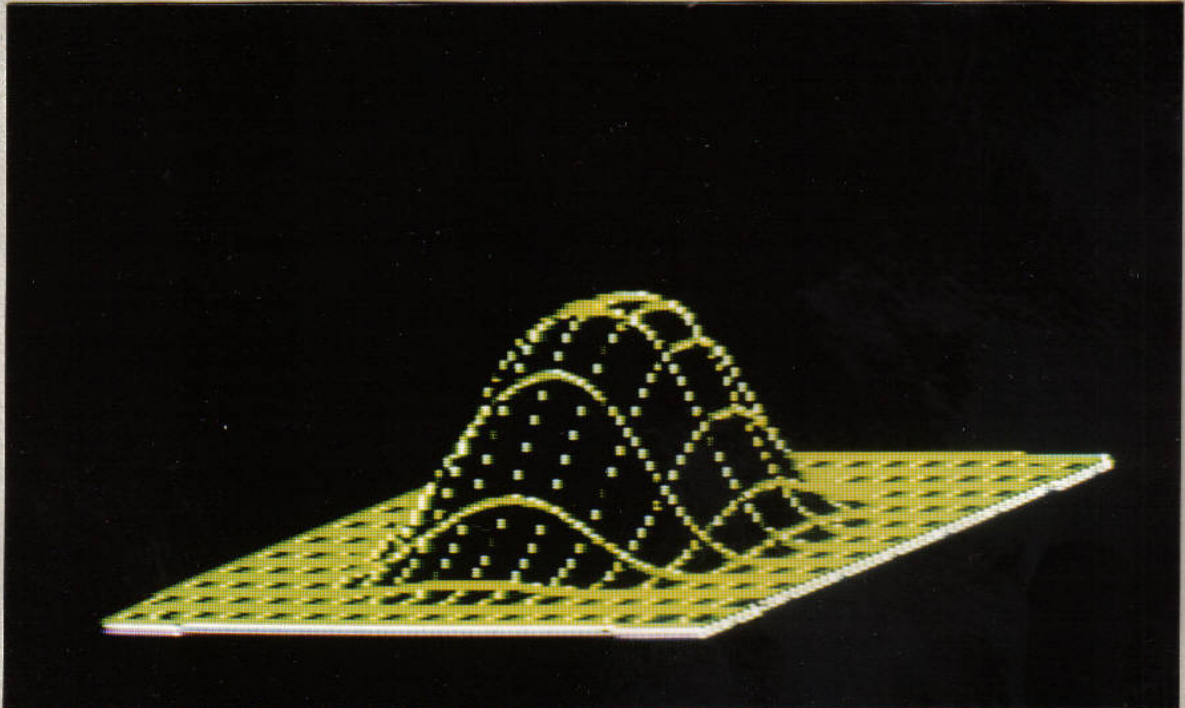
KREIS-3D      FNA(A) =  $1/(X^2+1)$       XM= 4      YM= 4  
UX= 0    OX= 8    UY= 0    OY= 8    H= 8      RA= 9



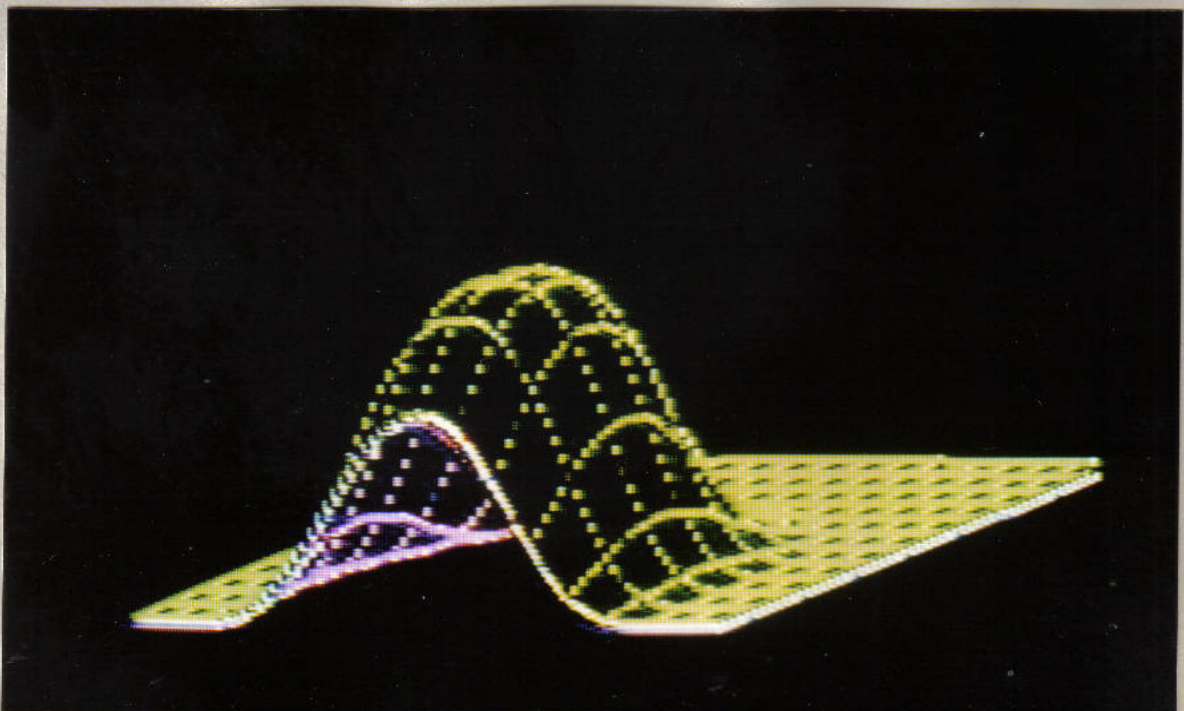


- 37 -

KREIS-3D FNA(A) =  $1/(1,2^{(X^3)})$  XM= 4 YM= 4  
UX= 0 OX= 8 UY= 0 OY= 8 H= 6 RA= 9



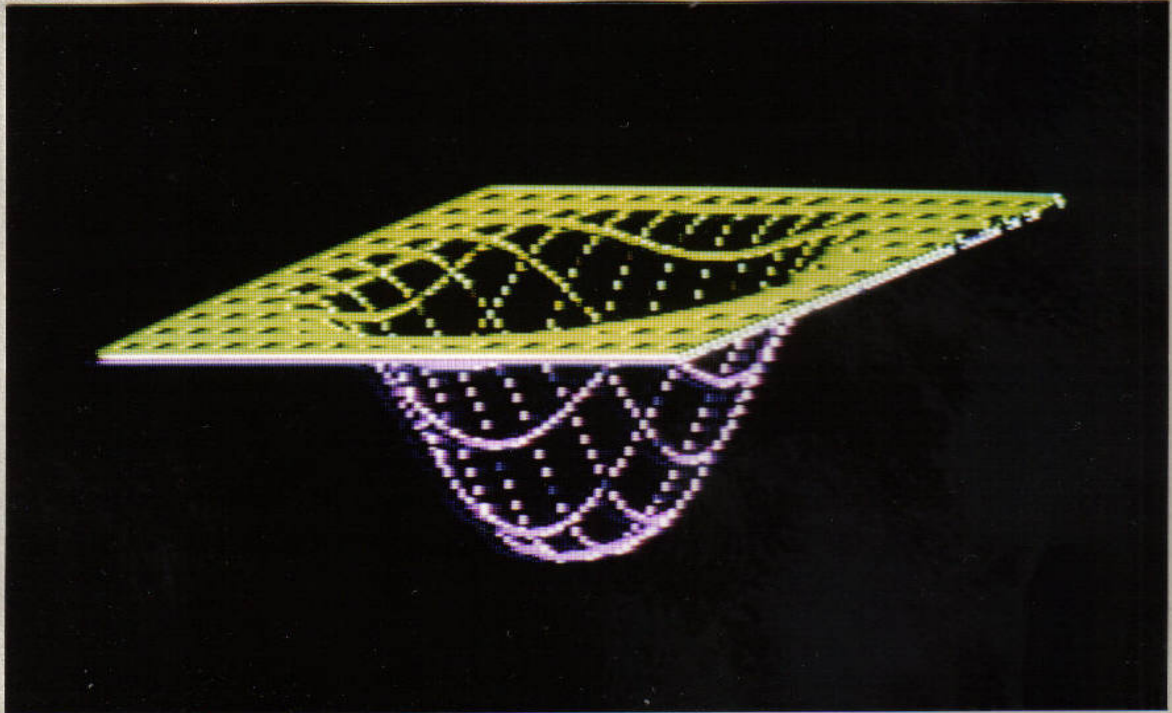
KREIS-3D FNA(A) =  $1/(1,2^{(X^3)})$  XM= 4 YM= 1,3  
UX= 0 OX= 8 UY= 0 OY= 6 H= 8 RA= 6



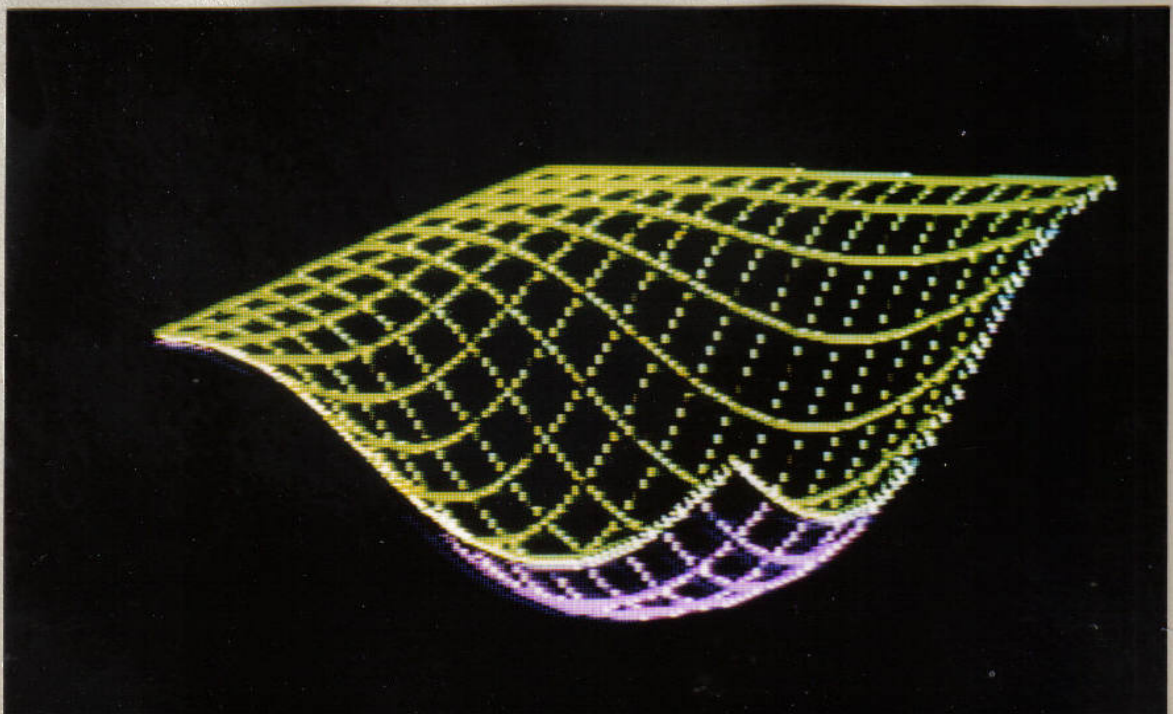


- 38 -

KREIS-3D      FNA(A) =  $-1/(1,2^{(X^3)})$       XM = 4      YM = 4  
UX = 0      OX = 8      UY = 0      OY = 8      H = 10      RA = 9



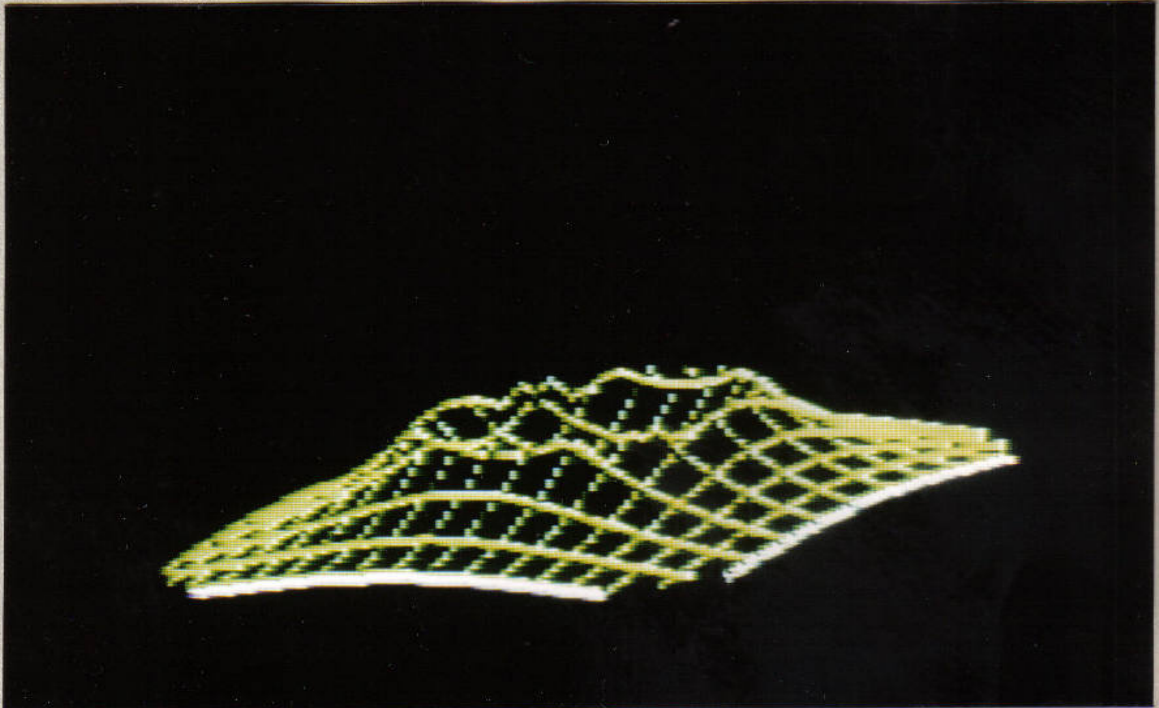
KREIS-3D      FNA(A) =  $-1/(1,2^{(X^3)})$       XM = 4      YM = 2  
UX = 0      OX = 6      UY = 0      OY = 6      H = 10      RA = 9



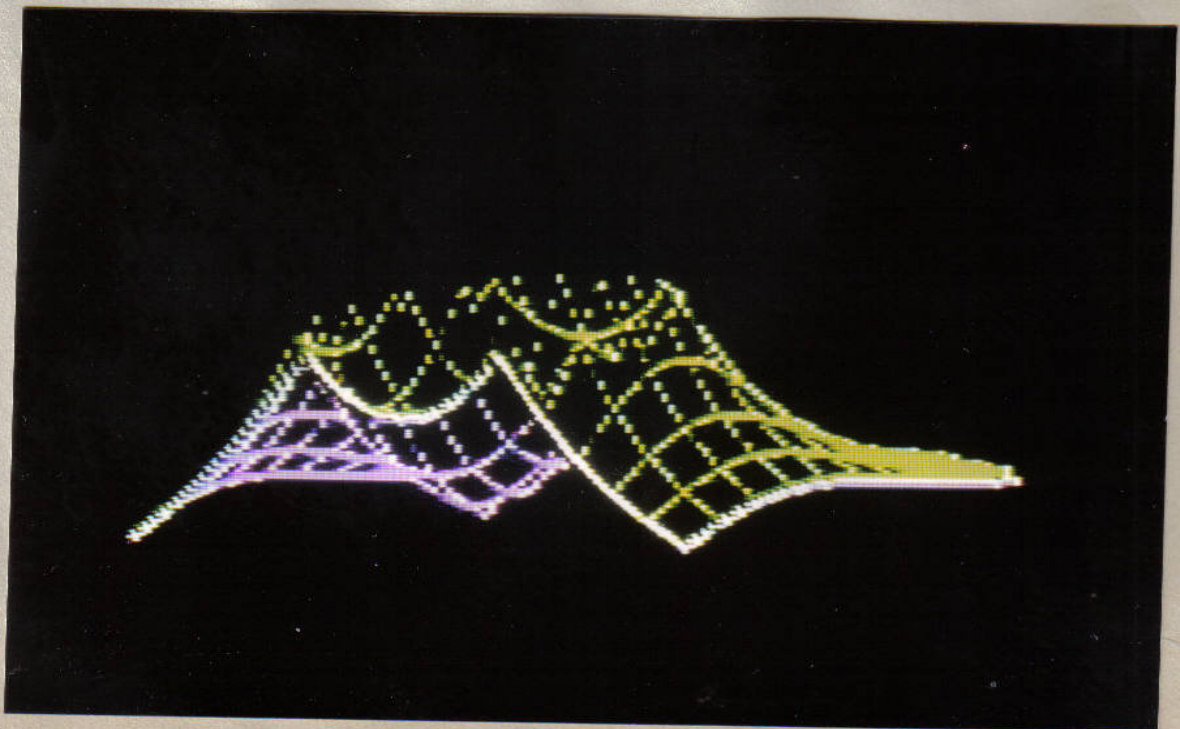


- 39 -

```
KREIS-3D    FNA(A)= 1/(ABS(A+1)+1)    XM= 2    YM= 2  
UX= 0    OX= 4    UY= 0    OY= 4    H= 4    RA= 2,5
```



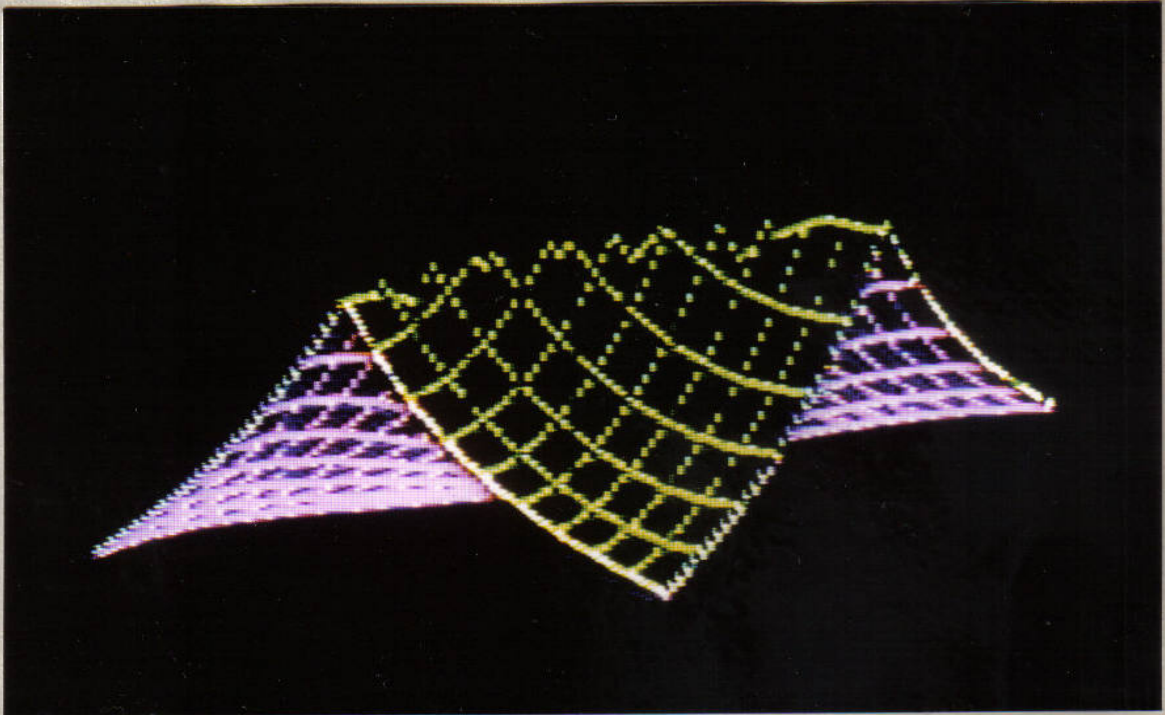
```
KREIS-3D    FNA(A)= 1/(ABS(A-1)+1)    XM= 2    YM= 0,8  
UX= 0    OX= 4    UY= 0    OY= 4    H= 8    RA= 6
```



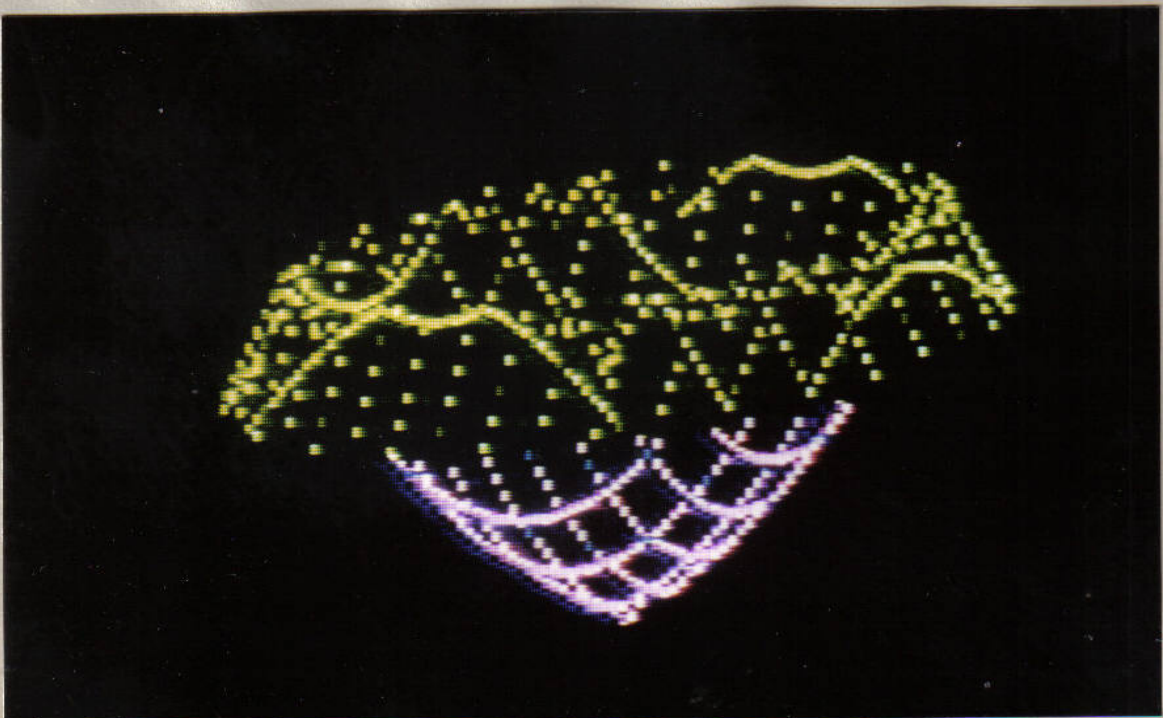


- 40 -

KREIS-3D       $FNA(A) = 1 / (ABS(A-1)+1)$        $XM = 1,8$        $YM = 0$   
 $UX = 0$        $OX = 1,8$        $UY = 0$        $OY = 1,8$        $H = 9$        $RA = 3$



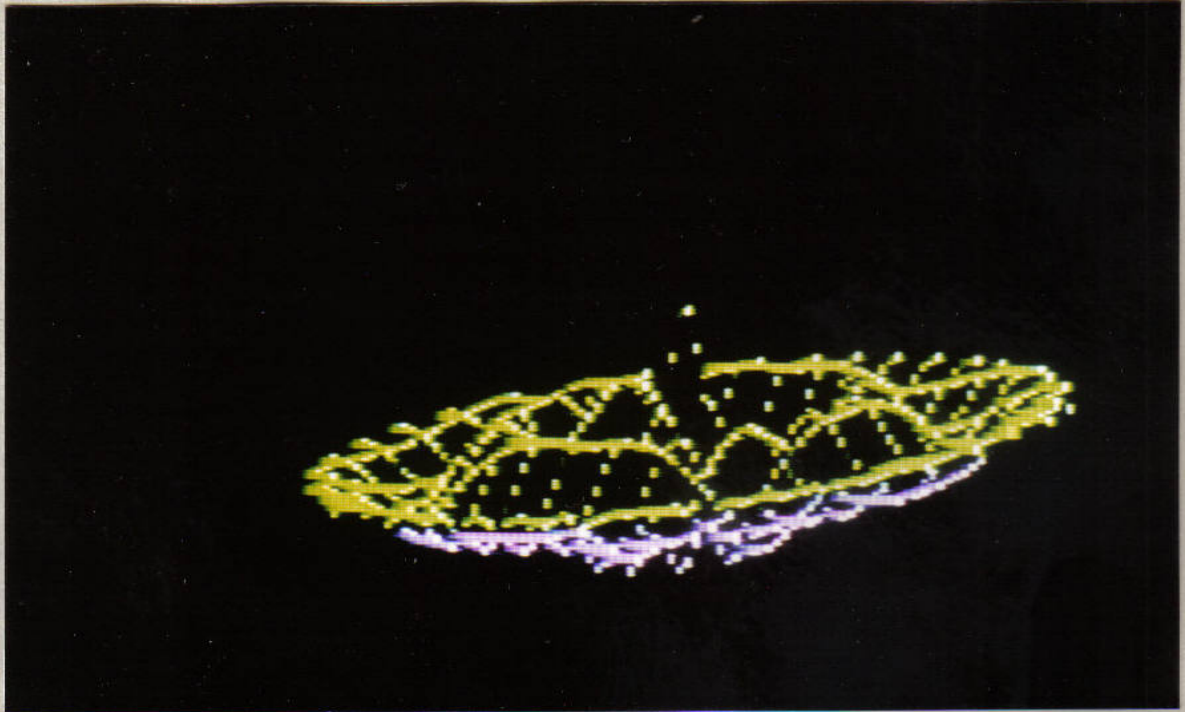
KREIS-3D       $FNA(A) = 1 / (ABS(A-1)+1)$        $XM = 1,3$        $YM = 1,3$   
 $UX = 0$        $OX = 2,6$        $UY = 0$        $OY = 2,6$        $H = 10$        $RA = 1,3$



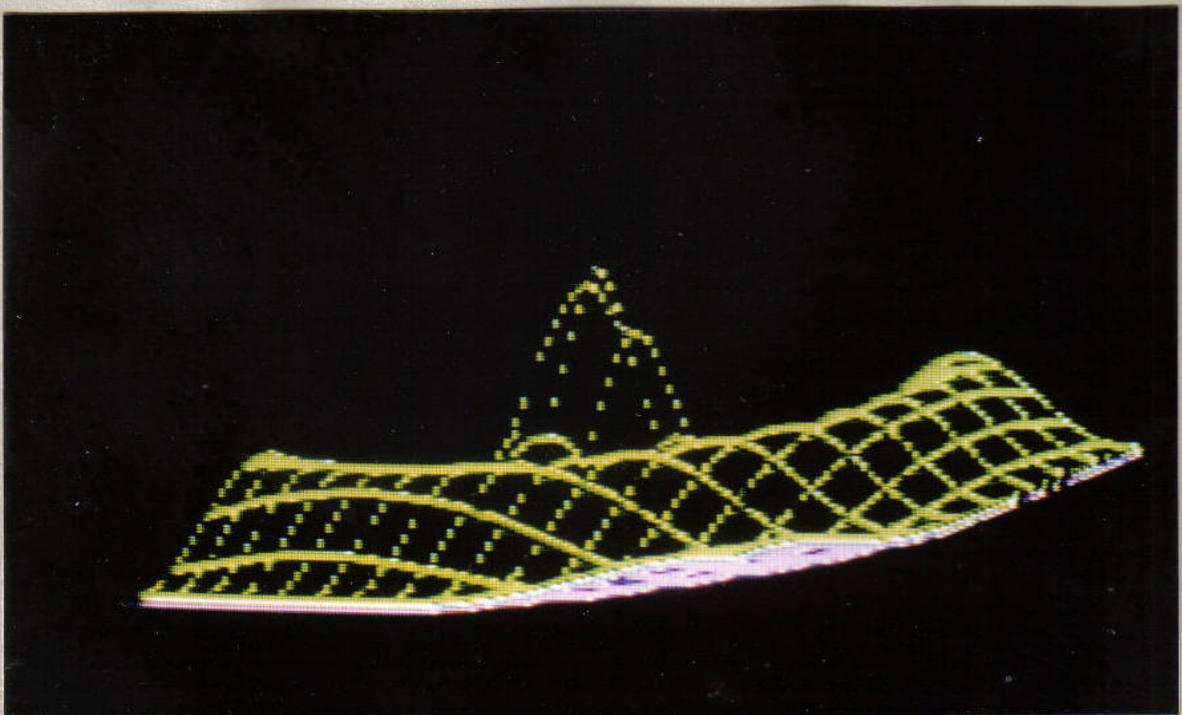


- 41 -

KREIS-3D      FNA(A) =  $\text{COS}(A)/1,2^A$       XM= 13      YM= 13  
UX= 0      OX= 26      UY= 0      OY= 26      H= 3      RA= 13



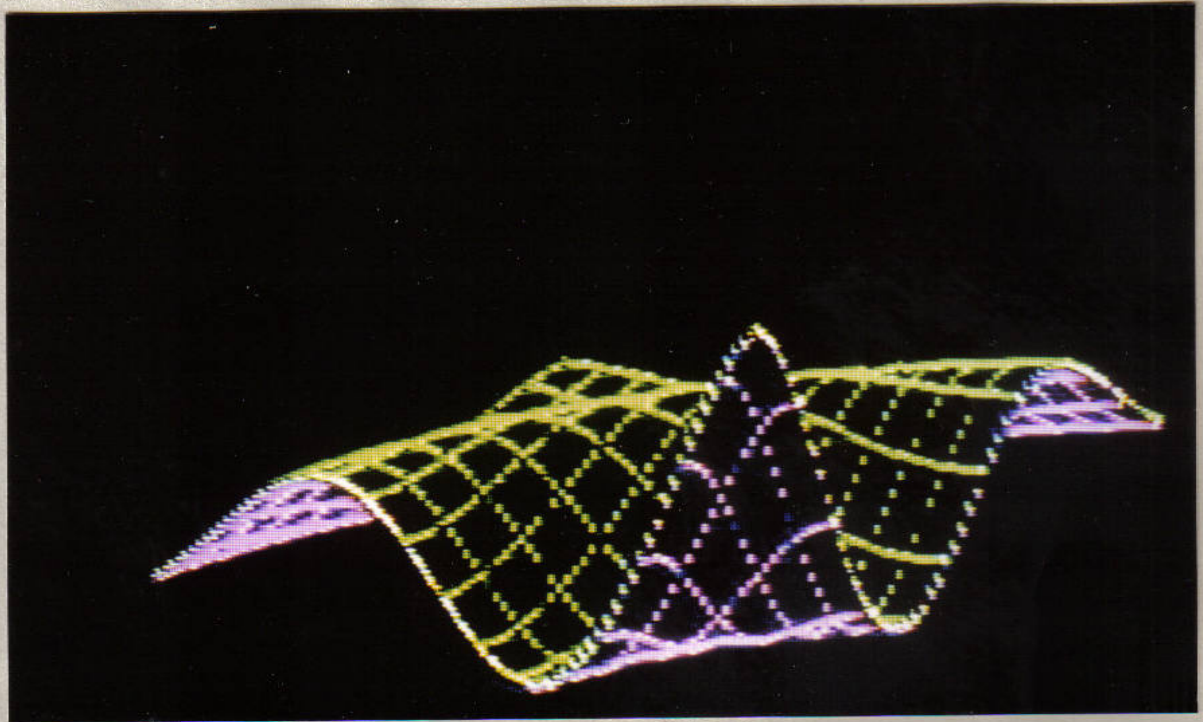
KREIS-3D      FNA(A) =  $\text{COS}(A)/1,2^A$       XM= 3      YM= 9  
UX= 0      OX= 12      UY= 0      OY= 12      H= 7      RA= 20



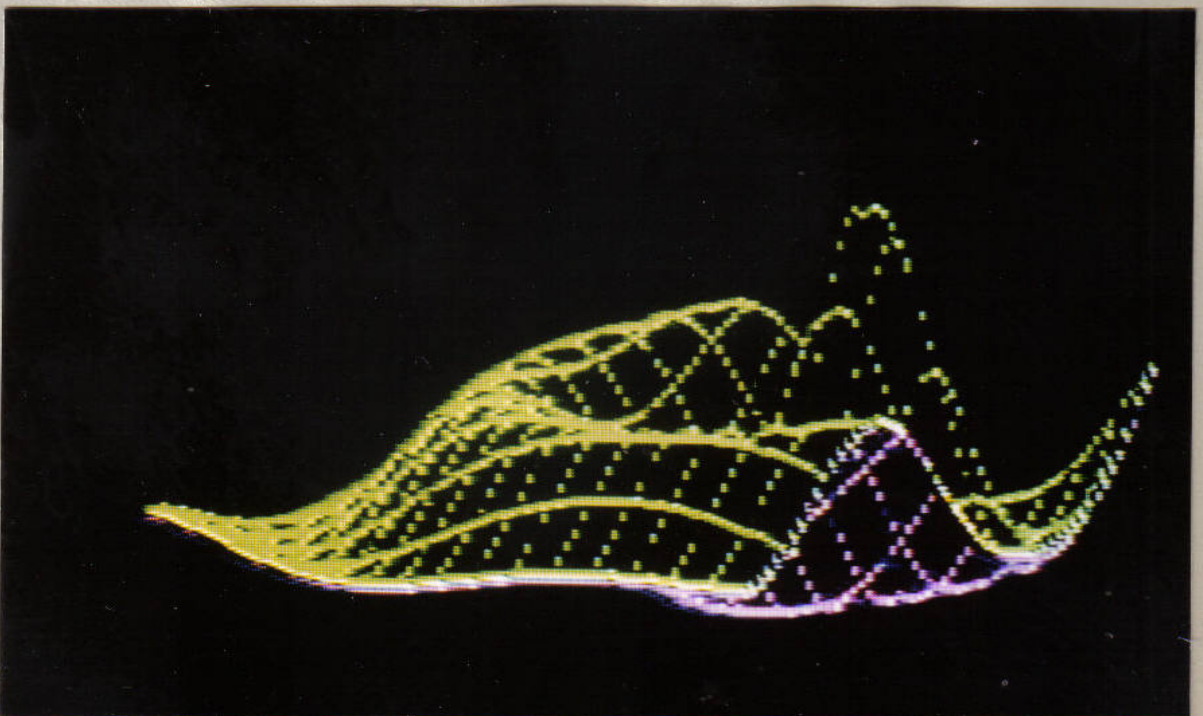


- 42 -

KREIS-3D     $FNA(A) = \cos(A)/1,2^A$      $XM = 8$      $YM = 0$   
 $UX = 0$      $OX = 8$      $UY = 0$      $OY = 8$      $H = 9$      $RA = 20$



KREIS-3D     $FNA(A) = \cos(A)/1,2^A$      $XM = 9$      $YM = 9$   
 $UX = 0$      $OX = 12$      $UY = 0$      $OY = 12$      $H = 8$      $RA = 20$





- 43 -

Ich erkläre hiermit, die Arbeit selbstständig und  
ohne Benutzung von Literatur angefertigt zu haben.

Ober-Hambach, den 14. Dez. 1981

Wolfgang Renner

(Unterschrift)



Semesterarbeit

Name Wolfgang Renner Schuljahr 1981/82  
 Beurteilender Lehrer Gerhard Schmidt  
 Thema Programm zur zweidimensionalen Darstellung von dreidimensionalen Figuren

Beurteilung  
 Wolfgang beschreibt in seiner Semesterarbeit Aufbau, Funktionsweise und Beispiele eines Computerprogrammes in "BASIC", das die Darstellung dreidimensionaler Figuren in zweidimensionalen und mehrfarbigen Form gestattet. Das von Wolfgang selbst gestellte Problem hat er mathematisch und ästhetisch einwandfrei gelöst, obwohl es höchsten Schwierigkeitsgrad besitzt. Insbesondere die Tatsache, daß er völlig selbstständig die Lösung erarbeitete, verdient höchste Bewertung der vorliegenden Arbeit. Auch die Darstellung der Ergebnisse wird insgesamt mit "sehr gut" bewertet.

Kritikpunkte, die hiergegen abgewogen werden müssen, sind:

- Bei der Gestaltung sowohl der Arbeit als auch der Rechnerprogramme legt Wolfgang wenig Wert auf die "Benutzerfreundlichkeit". Dies bewirkt einen erhöhten Zeitbedarf bei der Bearbeitung der Arbeit und be-

Semesterarbeit

Name Wolfgang Renner, Seite 2 Schuljahr  
 Beurteilender Lehrer  
 Thema

Beurteilung  
 Dingt eine eingeschränkte Drauchbarkeit der Programme. Dies hätte durch ausführlichere Kommentierung und Gliederung vermieden werden können.

- Wolfgang hat sein Programm zwar weitgehend optimiert, soweit es sich um einfachere Schritte handelt. Einige Tricks, die die rechnerinterne Programmverarbeitung betreffen, sind ihm nicht bekannt gewesen, können aber leicht nachträglich verbessert werden.
- Die Arbeit verbleibt unter dem Aspekt der Verwertung in Unterrichtszusammenhang oder der Anwendung bei Meßproblemen etwas zu allgemein. Es wäre interessant und wichtig, wenn der potentielle Leser mehr zu diesem Aspekt erfahren könnte.

Insgesamt betreffen die genannten Punkte eher Details, die den Gesamteindruck nicht wesentlich berühren. Eine Verbesserung hätte mit Sicherheit auch den ededem gespannten Rahmen der Arbeit endgültig gesprengt.

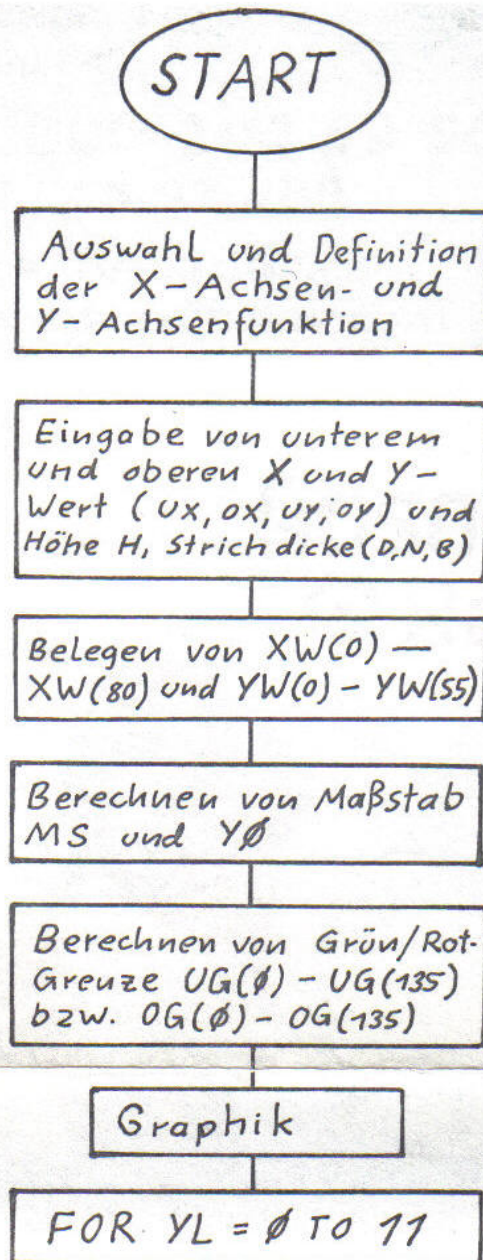
14 Punkte

*Gerh. Schmidt*  
 Gerhard Schmidt

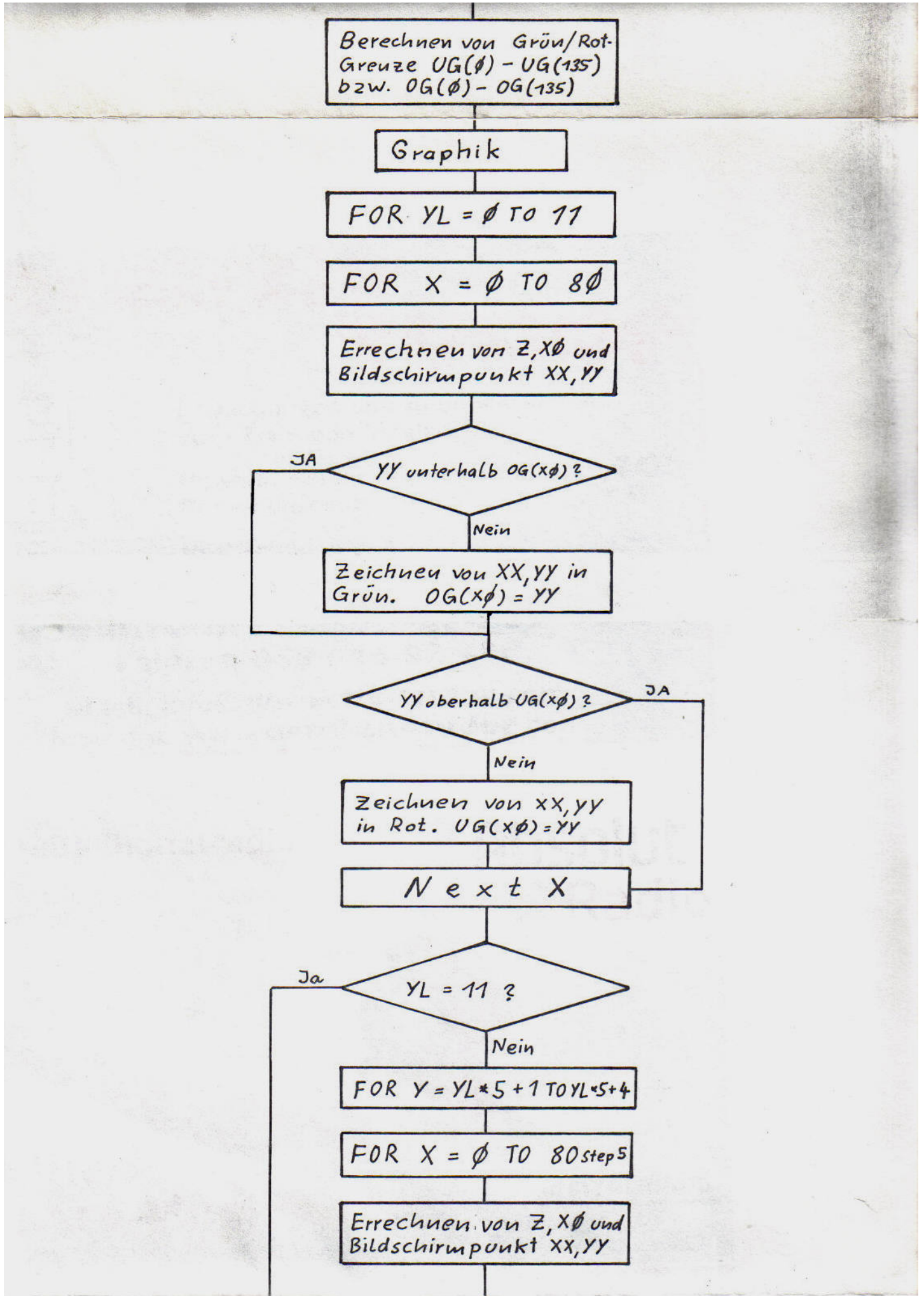


# Flußdiagramm der Programme

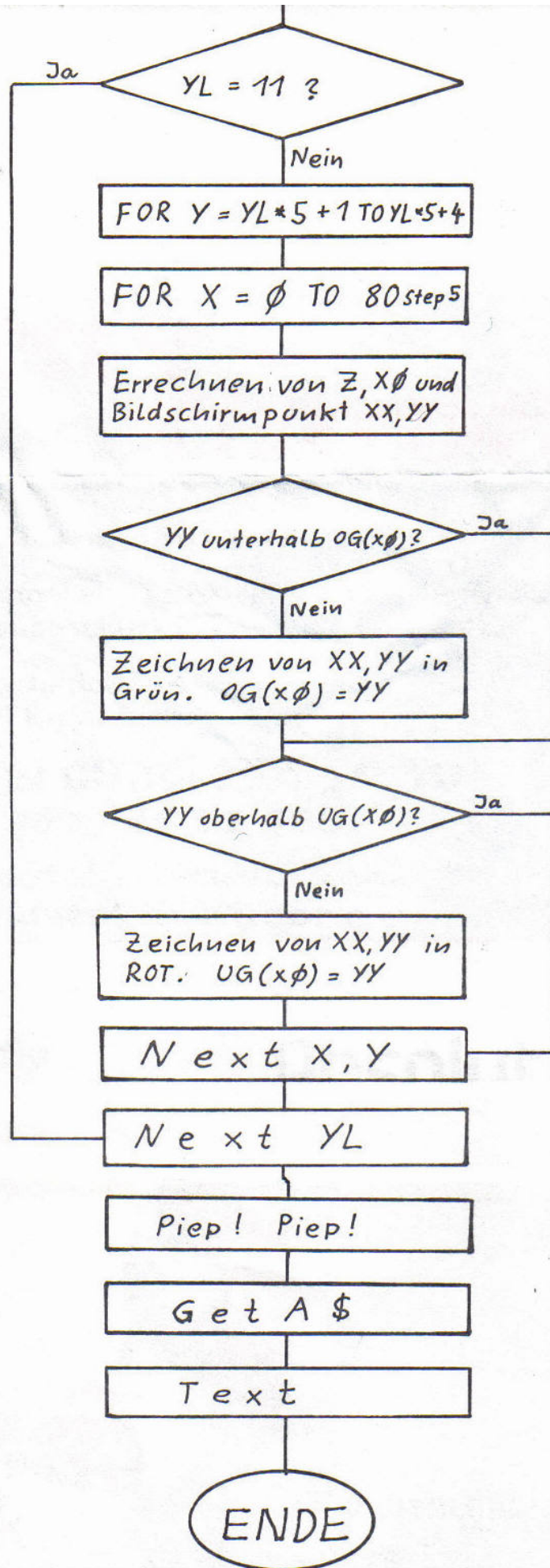
## DREI-D.+ und DREI-D\*













# Programm Kreis-3D

```

LIST
4 TEXT : HOME
10 PRINT "#1= 0"
11 PRINT "#2= X"
12 PRINT "#3= -X"
13 PRINT "#4= X^2"
14 PRINT "#5= -X^2"
15 PRINT "#6= SIN(X)"
16 PRINT "#7= COS(X)"
17 PRINT "#8= COS(X)/(X+1)"
18 PRINT "#9= COS(X)/1.2^X"
19 PRINT "#10= 1/(ABS(X-1)+1)"
20 PRINT "#11= 1/(X^2+1)"
21 PRINT "#12= 1/(1.2^(X^3))"
22 PRINT "#13= -1/(1.2^(X^3))"
40 PRINT : PRINT : PRINT : INPUT
   "NUMMER DER GEWUENSCHTEN FUN
   KTION= "; NR
45 ON NR GOTO 51, 52, 53, 54, 55, 56,
   57, 58, 59, 60, 61, 62, 63, 64, 65
51 DEF FN A(X) = 0: GOTO 80
52 DEF FN A(X) = X: GOTO 80
53 DEF FN A(X) = - X: GOTO 80
54 DEF FN A(X) = X ^ 2: GOTO 80
55 DEF FN A(X) = - (X ^ 2): GOTO
   80
56 DEF FN A(X) = SIN (X): GOTO
   80
57 DEF FN A(X) = COS (X): GOTO
   80
58 DEF FN A(X) = COS (X) / (X +
   1): GOTO 80
59 DEF FN A(X) = COS (X) / 1.2
   ^ X: GOTO 80
60 DEF FN A(X) = 1 / ( ABS (X -
   1) + 1): GOTO 80
61 DEF FN A(X) = 1 / (X ^ 2 + 1
   ): GOTO 80
62 DEF FN A(X) = 1 / 1.2 ^ (X ^
   3): GOTO 80
63 DEF FN A(X) = - 1 / 1.2 ^ (
   X ^ 3): GOTO 80
80 X = X
195 HOME : PRINT : PRINT
200 INPUT "MITTELPUNKTS-KOORDINA

```

Auswahl der Funktion FNA(x)

Definition von FNA(x)



```

80 X = X
195 HOME : PRINT : PRINT
200 INPUT "MITTELPUNKTS-KOORDINA
TE (X,Y)= "; XM, YM
210 PRINT : INPUT "RANDABSTAND=
"; RA
290 DIM XW(82), YW(57), UG(136), OG
(136)
300 TEXT : HOME
310 INPUT "UNTERSTER X-WERT= "; U
X: PRINT
320 INPUT "OBERSTER X-WERT= "; OX
: PRINT : PRINT
330 INPUT "UNTERSTER Y-WERT= "; U
Y: PRINT
340 INPUT "OBERSTER Y-WERT= "; OY
: PRINT : PRINT : PRINT
350 PRINT "HOEHE= ( 1,2...9,0 0
=MAXIMAL )": GET H
360 PRINT : PRINT : PRINT "BREIT
-,NORMAL- ODER DUENNSTRICH?(
B,N,D)=": GET A#
365 IF H = 0 THEN H = 10
370 HH = 2
380 IF A# = "B" THEN HH = 3
390 IF A# = "D" THEN HH = H / 10

400 FOR I = 0 TO 80: XW(I) = UX +
(OX - UX) / 80 * I: NEXT I
410 FOR I = 0 TO 55: YW(I) = UY +
(OY - UY) / 55 * I: NEXT I
415 UZ = FN A( SQR ((XW(0) - XM)
^ 2 + (YW(0) - YM) ^ 2))
416 OZ = UZ
420 FOR Y = 0 TO 55 STEP 6: FOR
X = 0 TO 80 STEP 10: A = SQR
((XW(X) - XM) ^ 2 + (YW(Y) -
YM) ^ 2)
425 Z = FN A(A): IF Z > OZ THEN
OZ = Z
430 IF Z < UZ THEN UZ = Z
440 NEXT X, Y
460 MS = 131 / (OZ - UZ) * H / 10

470 Y0 = 189 + UZ * MS
500 PRINT : PRINT : PRINT
" MOMENT BITTE !! "
630 FOR I = 0 TO 80: A = SQR ((X
W(I) - XM) ^ 2 + (YW(0) - YM
) ^ 2): IF A > RA GOTO 640
635 UG(I) = Y0 - FN A(A) * MS: OG
(I) = UG(I): GOTO 650
640 IF RA < ABS (XW(I) - XM) GOTO
650
643 YR = (YM - SQR ( ABS (RA ^ 2
- (XM - XW(I)) ^ 2))) / (OY
- UY) * 55: UG(YR + I) = Y0 -
FN A(RA) * MS - YR
645 OG(YR + I) = UG(YR + I): UG(YR
+ I + 1) = UG(YR + I): OG(YR
+ I + 1) = OG(YR + I): UG(YR
+ I + 2) = UG(YR + I): UG(YR
+ I + 2) = UG(YR + I)
650 NEXT I
655 XS = 200
660 FOR I = 81 TO 135: A = SQR (
(XW(80) - XM) ^ 2 + (YW(I -
80) - YM) ^ 2): IF A > RA GOTO
667
665 UG(I) = Y0 - FN A(A) * MS -

```

Eingabe von : UX, OX, UY, OY,  
XM, YM, RA und H, Strichd.

Belegen von XW(0) - XW(80) und  
YW(0) - YW(55). Errechnen v. MS, Y0

Errechnen der ROT/GRÜN-Grenze



```

I + 80:OG(I) = UG(I): GOTO 6
80
- ((OX - XM + SQR (R
- (YW(I - 80) - YM) ^
2)) / (OX - UX) * 80)
670 IF XR > X5 + 1 GOTO 690
675 UG(I - XR) = Y0 - FN A(RA) *
MS - I + 80:OG(I - XR) = UG(
I - XR):X5 = XR
680 NEXT I
690 X = X
700 HGR2
710 FOR YL = 0 TO 11: FOR X = 0 TO
80:A = SQR ((XW(X) - XM) ^
2 + (YW(YL * 5) - YM) ^ 2): IF
A > RA GOTO 740
715 Z = FN A(A):XX = 5 + X * 2 +
YL * 10:YY = Y0 - YL * 5 - Z
* MS:X0 = X + YL * 5: IF YY
> OG(X0) GOTO 730
720 HCOLOR= 5: HPLOT XX,YY TO XX
,YY - HH:OG(X0) = YY
730 IF YY < UG(X0) GOTO 740
735 HCOLOR= 6: HPLOT XX + 1,YY TO
XX + 1,YY + HH:UG(X0) = YY
740 NEXT X: IF YL = 11 GOTO 800
750 FOR Y = YL * 5 + 1 TO YL * 5
+ 4: FOR X = 0 TO 80 STEP 5
:A = SQR ((XW(X) - XM) ^ 2 +
(YW(Y) - YM) ^ 2): IF A > RA
GOTO 790
755 Z = FN A(A):XX = 5 + X * 2 +
Y * 2:YY = Y0 - Y - Z * MS:X
0 = X+Y: IF YY > OG(X0)GOTO
770
60 HCOLOR= 5: HPLOT XX,YY TO XX
,YY - HH:OG(X0) = YY
770 IF YY < UG(X0) GOTO 790
780 HCOLOR= 6: HPLOT XX + 1,YY TO
XX + 1,YY + HH:UG(X0) = YY
790 NEXT X,Y
800 NEXT YL
PRINT ""
GET A#: TEXT

```

Zeichnen

Absolut  
Radio



# Programm DREI-D.+

```
LIST
10 TEXT : HOME
20 PRINT "ACHSEN WERDEN ADDITIV
   VERKNUEPFT:": PRINT : PRINT

30 PRINT "#1= 1"; TAB( 15)"#11=
   SIN(X)
32 PRINT "#2= X"; TAB( 15)"#12=
   SIN(X)+SIN(X*2)
34 PRINT "#3= -X"; TAB( 15)"#13=
   SIN(X)-SIN(X*2)"
36 PRINT "#4= X^2"; TAB( 15)"#14
   = SIN(X)+SIN(X*3)
38 PRINT "#5= -X^2"; TAB( 15)"#1
   5= SIN(X)-SIN(X*3)"
40 PRINT "#6= X^3+X^2"; TAB( 15)
   "#16= SIN(X)+SIN(X*4)"
42 PRINT "#7= -X^3-X^2"; TAB( 15
   )"#17= SIN(X)+SIN(X*5)"
44 PRINT "#8= X^4-X^2"; TAB( 15)
   "#18= SINX+SINX*3+SINX*5"
46 PRINT "#9= -X^6+X^4-X^2"; TAB( 1
   5)"#19= SINX-SINX*3+SINX*5"
48 PRINT "#10 1/(ABSX+1)"; TAB(
   15)"#20= SIN(X)^2"
58 PRINT
60 PRINT : PRINT : PRINT "WAEHLE
   FUER DIE X-ACHSE UND DIE Y-
   ACHSE"
61 PRINT
65 PRINT "JE EINE DER FUNKTIONEN
   AUS !": PRINT
68 PRINT
70 INPUT "NUMMER X-ACHSENFUNKTIO
   N= ";NX
72 PRINT
80 ON NX GOTO 101,102,103,104,10
   5,106,107,108,109,110,111,11
   2,113,114,115,116,117,118,11
   9,120
101 DEF FN A(X) = 1: GOTO 150
```

Funktionsangebot aus-  
drucken



```

0
104 DEF FN A(X) = X ^ 2: GOTO 1
50
105 DEF FN A(X) = - (X ^ 2): GOTO
150
106 DEF FN A(X) = X ^ 3 + X ^ 2
: GOTO 150
107 DEF FN A(X) = - (X ^ 3) -
(X ^ 2): GOTO 150
108 DEF FN A(X) = X ^ 4 - (X ^
2): GOTO 150
109 DEF FN A(X) = - (X ^ 6) +
(X ^ 4) - (X ^ 2): GOTO 150
110 DEF FN A(X) = 1 / ( ABS (X)
+ 1): GOTO 150
111 DEF FN A(X) = SIN (X): GOTO
150
112 DEF FN A(X) = SIN (X) + SIN
(X * 2): GOTO 150
113 DEF FN A(X) = SIN (X) - SIN
(X * 2): GOTO 150
A(X) = SIN (X) + SIN
: GOTO 150
115 DEF FN A(X) = SIN (X) - SIN
(X * 3): GOTO 150
116 DEF FN A(X) = SIN (X) + SIN
(X * 4): GOTO 150
117 DEF FN A(X) = SIN (X) + SIN
(X * 5): GOTO 150
118 DEF FN A(X) = SIN (X) + SIN
(X * 3) + SIN (X * 5): GOTO
150
119 DEF FN A(X) = SIN (X) - SIN
150
20 DEF FN A(X) = ( SIN (X)) ^
2: GOTO 150
150 INPUT "NUMMER Y-ACHSENFUNKTI
ON= "; NY
160 ON NY GOTO 201, 202, 203, 204, 2
05, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 2
12, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 2
19, 220
DEF FN B(X) = 1: GOTO 250
DEF FN B(X) = X: GOTO 250
203 DEF FN B(X) = - X: GOTO 25
0
204 DEF FN B(X) = X ^ 2: GOTO 2
50
205 DEF FN B(X) = - (X ^ 2): GOTO
250
206 DEF FN B(X) = X ^ 3 + X ^ 2
: GOTO 250
207 DEF FN B(X) = - (X ^ 3) -
(X ^ 2): GOTO 250
208 DEF FN B(X) = X ^ 4 - (X ^
2): GOTO 250
209 DEF FN B(X) = - (X ^ 6) +
(X ^ 4) - (X ^ 2): GOTO 250
210 DEF FN B(X) = 1 / ( ABS (X)
+ 1): GOTO 250
211 DEF FN B(X) = SIN (X): GOTO
250
212 DEF FN B(X) = SIN (X) + SIN
(X * 2): GOTO 250
213 DEF FN B(X) = SIN (X) - SIN
(X * 2): GOTO 250
214 DEF FN B(X) = SIN (X) + SIN
(X * 3): GOTO 250
215 DEF FN B(X) = SIN (X) - SIN

```

Auswählen und Definieren  
der X-Achsen Funktion

ZUSCHNEHMEN

Auswählen und Definieren  
des Y-Achsen Funktion



```

(X * 4): GOTO 250
217 DEF FN B(X) = SIN (X) + SIN
(X * 5): GOTO 250
218 DEF FN B(X) = SIN (X) + SIN
(X * 3) + SIN (X * 5): GOTO
250
219 DEF FN B(X) = SIN (X) - SIN
(X * 3) + SIN (X * 5): GOTO
250
220 DEF FN B(X) = ( SIN (X) ) ^
2
250 X = X
290 DIM XW(82), YW(57), UG(136), OG
(136)
300 TEXT : HOME
310 INPUT "UNTERSTER X-WERT= "; U
X: PRINT
320 INPUT "OBERSTER X-WERT= "; OX
: PRINT : PRINT
330 INPUT "UNTERSTER Y-WERT= "; U
Y: PRINT
340 INPUT "OBERSTER Y-WERT= "; OY
: PRINT : PRINT : PRINT
350 PRINT "HOEHE= ( 1, 2... 9, 0 0
=MAXIMAL )": GET H
360 PRINT : PRINT : PRINT "BREIT
-, NORMAL- ODER DUENNSTRICH?(
B, N, D)=": GET A$
365 IF H = 0 THEN H = 10
370 HH = H / 5
380 IF A$ = "B" THEN HH = H / 3
390 IF A$ = "D" THEN HH = H / 10

400 FOR I = 0 TO 80: XW(I) = UX +
(OX - UX) / 80 * I: NEXT I
410 FOR I = 0 TO 55: YW(I) = UY +
(OY - UY) / 55 * I: NEXT I
415 UZ = FN A(XW(0)) + FN B(YW(
0)): OZ = UZ
420 FOR Y = 0 TO 55 STEP 6: FOR
X = 0 TO 80 STEP 10: Z = FN
A(XW(X)) + FN B(YW(Y)): IF
Z > OZ THEN OZ = Z
430 IF Z < UZ THEN UZ = Z
440 NEXT X, Y
460 MS = 126 / (OZ - UZ) * H / 10

470 Y0 = 186 + UZ * MS
500 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
"MOMENT BITTE !!"
620 FOR I = 81 TO 135: UG(I) = Y0
- ( FN A(XW(80)) + FN B(YW
(I - 80))) * MS - (I - 80): O
G(I) = UG(I): NEXT I
630 FOR I = 0 TO 80: UG(I) = Y0 -
( FN A(XW(I)) + FN B(YW(0))
) * MS: OG(I) = UG(I): NEXT I

700 HGR2
710 FOR YL = 0 TO 11: FOR X = 0 TO
80: Z = FN A(XW(X)) + FN B(
YW(YL * 5)): XX = 5 + X * 2 +
YL * 10: YY = Y0 - YL * 5 - Z
* MS: X0 = X + YL * 5: IF YY
> OG(X0) GOTO 730
720 HCOLOR= 5: HPLOT XX, YY TO XX
, YY - HH: OG(X0) = YY
730 IF YY < OG(X0) GOTO 740
735 HCOLOR= 6: HPLOT XX + 1, YY TO
XX + 1, YY + HH: UG(X0) = YY

```

Eingabe von UX, OX, UY, OY, H u. Str.

Belegen von XW(0)-XW(80) und YW(0)-YW(55). Errechnen von MS, Y0 und Rot / Grün - Grenze



```

500 PRINT : PRINT : PRINT : PRINT
    "MOMENT BITTE !!"
620 FOR I = 81 TO 135:UG(I) = Y0
    - ( FN A(XW(80)) + FN B(YW
    (I - 80))) * MS - (I - 80):0
    G(I) = UG(I): NEXT I
630 FOR I = 0 TO 80:UG(I) = Y0 -
    ( FN A(XW(I)) + FN B(YW(0))
    ) * MS:OG(I) = UG(I): NEXT I

700 HGR2
710 FOR YL = 0 TO 11: FOR X = 0 TO
    80:Z = FN A(XW(X)) + FN B(
    YW(YL * 5)):XX = 5 + X * 2 +
    YL * 10:YY = Y0 - YL * 5 - Z
    * MS:X0 = X + YL * 5: IF YY
    > OG(X0) GOTO 730
720 HCOLOR= 5: HPLOT XX, YY TO XX
    , YY - HH:OG(X0) = YY
730 IF YY < UG(X0) GOTO 740
735 HCOLOR= 6: HPLOT XX + 1, YY TO
    XX + 1, YY + HH:UG(X0) = YY
740 NEXT X: IF YL = 11 GOTO 800
750 FOR Y = YL * 5 + 1 TO YL * 5
    + 4: FOR X = 0 TO 80 STEP 5
    :Z = FN A(XW(X)) + FN B(YW
    (Y)):XX = 5 + X * 2 + Y * 2:
    YY = Y0 - Y - Z * MS:X0 = X +
    Y: IF YY > OG(X0) GOTO 770
760 HCOLOR= 5: HPLOT XX, YY TO XX
    , YY - HH:OG(X0) = YY
770 IF YY < UG(X0) GOTO 790
780 HCOLOR= 6: HPLOT XX + 1, YY TO
    XX + 1, YY + HH:UG(X0) = YY
790 NEXT X, Y
800 NEXT YL
900 PRINT ""
910 GET A#: TEXT

```

Rot / Grün - Grenze

Zeichnen



# Flußdiagramm des Programms

## KREIS-3D

