KERNFORSCHUNGSZENTRUM

KARLSRUHE

Juli 1972 KFK 1637

Institut für Reaktorentwicklung

Programme zur graphischen Darstellung von ebenen und räumlichen Vektorfeldern

K. Leinemann

GESELLSCHAFT FÜR KERNFORSCHUNG M. B. H.

KARLSRUHE

87

KERNFORSCHUNGSZENTRUM KARLSRUHE

Juli 1972 KFK 1637

Institut für Reaktorentwicklung

Programme zur graphischen Darstellung von ebenen und räumlichen Vektorfeldern

von

K. Leinemann

Gesellschaft für Kernforschung mbH., Karlsruhe

Zusammenfassung

Die FØRTRAN-IV-Unterprogramme PLØTVE und PLØTHV dienen der graphischen Darstellung von Vektorfeldern der Form

$$\underline{V}\ (x,y) = U\ (x,y)\ \underline{e}_1 + V(x,y)\ \underline{e}_2 + W\ (x,y)\ \underline{e}_3.$$

Die Darstellung erfolgt durch Vektorsymbole (für W = O) oder Vektorsymbole und Höhenlinien der Funktion W (x,y). Die Vektorkomponenten U, V, W müssen punktweise über einem viereckigen Maschennetz gegeben sein, dessen Koordinaten der Maschenpunkte (x,y) kartesisch oder krummlinig sein können.

Die verwendete Methode und die Programmbenutzung werden beschrieben und durch einige Anwendungsbeispiele erläutert.

Abstract

The FØRTRAN-IV-subroutine PLØTVE and PLØTHV serve to plot vectorfields like

$$\underline{V}\ (x,y) = U\ (x,y)\ \underline{e}_1 + V\ (x,y)\ \underline{e}_2 + W\ (x,y)\ \underline{e}_3.$$

The plot consists of vector-symbols (for W = O) or both, vector-symbols and contour plots of the function W (x,y).

The vector-components U, V, W must be known pointwise on a four-corner mesh-grid, the coordinates (x,y) of which may be either cartesian or curvilinear.

The method used and the programm calls are described and demonstrated by some examples.

Inhaltsverzeichnis

1. Problem

Nimmt eine vektionelle Größe $\underline{V}$ für jeden Raumpunkt A einen bestimmten Wert an, so existiert in diesem Raum ein Vektorfeld $\underline{V} = \underline{V}(\underline{r})$, mit $\underline{r}$ als Radiusvektor vom festen Pol O zum Aufpunkt A. Felder dieser Art sind beispielsweise das elektrische Feld zwischen zwei Kondensatorplatten, das magnetische Feld eines stromdurchflossenen Leiters oder das Geschwindigkeitsfeld einer strömenden Flüssigkeit.

Das Vektorfeld $\underline{V} = \underline{V}(\underline{r})$ läßt sich im dreidimensionalen Raum durch drei skalare Felder $U(\underline{r})$, $V(\underline{r})$, $W(\underline{r})$ darstellen, wobei U, V, W die Komponenten von $\underline{V}$ in der Zerlegung nach drei linear unabhängigen Vektoren $\underline{e}_1$, $\underline{e}_2$, $\underline{e}_3$ sind.

$$\underline{V} = U(x,y,z)\,\underline{e}_1 + V(x,y,z)\,\underline{e}_2 + W(x,y,z)\,\underline{e}_3$$

(x,y,z sind die Komponenten des Ortsvektors $\underline{r}$,

$x = \underline{r} \cdot \underline{e}_1$, $y = \underline{r} \cdot \underline{e}_2$, $z = \underline{r} \cdot \underline{e}_3$).

In einer Ebene z = const. stellt sich das Feld so dar:

$$\underline{V}/_{z\,=\,\text{const.}} = U(x,y) \cdot \underline{e}_1 + V(x,y) \cdot \underline{e}_2 + W(x,y) \cdot \underline{e}_3$$

$$= \underline{V}_E + W(x,y) \cdot \underline{e}_3$$

$\underline{V}_E$ ist ein ebenes Vektorfeld, da alle Raumpunkte und alle Werte von $\underline{V}_E$ in einer Ebene liegen. Ein solches Feld läßt sich graphisch durch Geradenstücke darstellen, die von den Aufpunkten ausgehen und deren Richtung und Länge der Richtung des Vektors bzw. seinem Betrag entsprechen.

PLØTVE zeichnet ein solches ebenes Vektorfeld, das durch seine Komponenten an Raumpunkten gegeben ist, die in einem beliebigen viereckigen Maschennetz der $\underline{e}_1$ - $\underline{e}_2$ - Ebene liegen. Das Maschennetz kann krummlinig sein, wenn für diesen Fall zwei stetige Funktionen XFUN (X,Y), YFUN (X,Y) angegeben werden, die die eindeutige Umrechnung der Koordinaten X,Y in karthesische Koordinaten gestatten [1].

Zum Druck eingereicht am 28.7.72

Zur vollständigen Beschreibung des Vektorfeldes $\underline{V}$ in der Ebene E fehlt noch die Feldkomponente in $\underline{e}_3$-Richtung W (x,y). Eine solche skalare Funktion läßt sich mit Hilfe des Programms PLØTHL [1] durch Höhenlinien darstellen. Das Programm PLØTHV vereinigt nun PLØTVE und PLØTHL und liefert die graphische Darstellung des Vektorfeldes $\underline{V}$ durch Vektoren und Höhenlinien.

2. Programmlogik von PLØTVE

2.1 Darstellung eines Vektors

PLØTVE stellt einen Vektor als Linie zwischen zwei Punkten PA und PE dar (Abb. 1). Der Vektor ist von PA nach PE gerichtet. Die Punkte PA liegen an den Schnittstellen der Maschenlinien, sie sind durch die Koordinaten X,Y gegeben. Der Vektor im Punkt PA ist durch die Komponenten U, V bestimmt. Diese beiden Größen legen den Punkt PE relativ zu PA fest. Die Koordinaten von PE sind X1 + U1 · FAKT, Y1 + V1 · FAKT, wobei FAKT ein Maßstabsfaktor ist.

Bei Verwendung nichtkarthesischer Koordinaten sind sowohl die Koordinaten X,Y als auch die Vektorkomponenten U,V umzurechnen.

2.2 Umrechnen der Koordinaten

Die Einheitsvektoren in krummlinigen Koordinaten sind die Tangentenvektoren in den Koordinatenlinien in den Maschenpunkten. Zur Umrechnung der bezüglich dieser Einheitsvektoren gegebenen Vektorkomponenten in Komponenten eines karthesischen Systems ist also die Steigung der Maschenlinien in den Maschenpunkten erforderlich. Zur Berechnung des Differentialquotienten DQ der Maschenlinien am Punkt KO wird die Differenzenformel (1) verwendet.

$$(1) \qquad DQ_{ko} = (DX1^2 * YKR + (DX2^2 - DX1^2) * YKO - DX2^2 * YKL) / DX1 * DX2 * (DX1 + DX2)$$

Die Bedeutung der Formelzeichen geht aus Abb. 2 hervor.

Mit der Arcustangens-Funktion ergeben sich damit die Steigungswinkel PHIX, PHIY der Maschenlinien in den Maschenpunkten. Auf der Randkurve des Maschennetzes wird die Steigung mit einseitigen Differenzenformeln berechnet:

$$\begin{matrix} PHIX \\ PHIY \end{matrix} = ATAN \left. \begin{matrix} (YKR - YKO) / DX1 \\ (YKO - YKL) / DX2 \end{matrix} \right\}$$

Die Vektorkomponenten in karthesischen Koordinaten sind damit:

$$U_K = U * C\emptyset S\ (PHIX) + V * C\emptyset S\ (PHIX)$$
$$V_K = U * SIN\ (PHIX) + V * SIN\ (PHIX)$$

2.3 Berechnung des Maßstabfaktors

Die Beträge der Vektoren werden als Strecken der Länge L abgebildet. Dazu werden die Vektoren mit einem Maßstabsfaktor FAKT multipliziert, der L so festlegt, daß die Vektorsymbole sich möglichst nicht schneiden: $L = |\underline{V}| \cdot FAKT$.

Diese Bedingung bedeutet bezüglich karthesischer Koordinaten, daß die maximale Vektorkomponente multipliziert mit dem Maßstabsfaktor gleich dem kleinsten Gitterabstand sein sollte. Dabei ergibt sich natürlich optisch nicht immer eine optimale Darstellung, da man von einem Extremfall ausgeht.

Die Berechnung der Gitterabstände bei nichtkarthesischen Koordinaten wäre zu aufwendig. Daher wird für den Gitterabstand GLMIN eine Näherungslösung verwendet:

```
GLMIN = AMIN1(ABS (XMAX1 - XMIN1), ABS (YMAX1 - YMIN1))
                 / (AMAXO (NX, NY))
```

wobei XMAX1, XMIN1, YMAX1, YMIN1 die Extremwerte bei Zeichnungskoordinaten sind und NX, NY die Zahl der Maschenpunkte in X- bzw. Y-Richtung.

In beiden Fällen kann das Bild durch die Angabe eines Korrekturfaktors für den Maßstabsfaktor vom Benutzer beeinflußt werden, indem er das Argument FAKT $\neq$ 1.setzt. Durch FAKT = 2. werden beispielsweise die Längen aller Vektorsymbole verdoppelt.

Zur quantitativen Auswertung des Vektorplots wird über dem Beschriftungsfeld XTEXT (Abb. 3) der Zahlenwert der maximalen Vektorkomponente und der Abbildungsmaßstab der Vektoren in'Einheiten pro cm Länge auf dem Papier'ausgeschrieben.

3. Programmlogik PLØTHV

Das Unterprogramm vereint die geringfügig geänderten Programme PLØTHL und PLØTVE, um ein dreidimensionales Vektorfeld darzustellen.

PLØTHV ruft dazu erst PLØTVE auf, das über eine erweiterte Argumentliste die Extremwerte seines Plots liefert. Die Zeichnung wird bei diesem Aufruf noch nicht ausgeführt, was durch ein eingefügtes RETURN-Statement vor den Zeichenbefehlen erreicht wird.

Unter Berücksichtigung dieser Extremwerte zeichnet PLØTHL die Achsen, den Bildrahmen und die Höhenlinien. Anschließend ruft PLØTHV den ENTRY VEKT, der in das Programm PLØTVE eingefügt wurde, um das Zeichnen der Achsen und des Rahmens zu umgehen. Mit dem Aufruf werden die von PLØTHL für PLØTA [1, 2, 3] ermittelten Maßstabsfaktoren übergeben. PLØTVE zeichnet dazu in die PLØTHL-Zeichnung die Vektoren und die Aufpunkte ein.

Durch ein Steuerargument kann bewirkt werden, daß allein eine PLØTHL- oder PLØTVE-Zeichnung erstellt wird.

4. Erläuterung der PLØTVE-Zeichnung

Zur Identifizierung erhält jede Zeichnung eine Unterschrift der Form (Bild 3)

ABB. IDPLØT NTEXT .

Die Randkurve des Maschennetzes wird ausgezogen und der Punkt /‾X(1), Y(1)_7 wird durch einen Kreis (1130-PLØT) oder ein Viereck (CALCØMP-PLØT) markiert.

Zur Kennzeichnung der Y-Koordinaten ist am Punkt /‾X(1), Y(NY)_7 ein Schriftfeld für den Text YTEXT vorgesehen und für die X-Koordinaten das Schriftfeld XTEXT am Punkt /‾X(NX), Y(1)_7.

Über dem Feld XTEXT befinden sich zwei Felder mit Maßangaben: im Feld '/CM' steht der Zahlenwert des Abbildungsmaßstabes (Werteinheiten pro cm Länge auf dem Papier) für die Vektoren; im Feld 'VKM' steht der Zahlenwert der maximalen Vektorkomponente in Werteinheiten des Vektorfeldes (AMAX1 (U_{max}, V_{max}))

5. Ausführung einer Zeichnung

Die Plotter-Aufrufe in den Programmen entsprechen der 1130-Software (Assembler) [1] der IBM 370/165 der GfK. Überschreitet der Parameter YZ den Wert 0.254, so ruft das genannte Programm den CALCØMP-Plotter.

Will man grundsätzlich CALCØMP-Plots erzeugen oder will man maschinenunabhängig sein, so kann man das Subroutinen-Paket FØRTRAN-PLØTA [3] verwenden, das die 1130-PLØTA-Aufrufe in Aufrufe der CALCØMP-Software [4] umsetzt. *

* Anmerkung:

Bezüglich der Anwendung auf anderen Anlagen ist zu berücksichtigen, daß für diejenigen Felder, die gemäß der folgenden Benutzungsanleitung alphanumerische Daten enthalten, angenommen wird, daß ein Maschinenwort vier alphanumerische Zeichen enthält.

6. Anwendungsvorschrift für PLØTVE

PLØTVE ist eine Fortran-Subroutine und wird aufgerufen durch:

```
CALL PLØTVE (NX, NY, NXMAX, X, Y, U, V
        NTEXT, IDPLØT, KARTH, XFUN, YFUN, NN, FAKT, XP, YP,
        XTEXT, YTEXT, XZ, YZ)
```

Mit Ausnahme der Felder XP, YP werden die Werte nicht verändert.

	Argument-Name	Typ	Bedeutung
1.)	NX	INTEGER	Zahl der Netzlinien in X-Richtung
2.)	NY	INTEGER	Zahl der Netzlinien in Y-Richtung
3.)	NXMAX	INTEGER	1. Angabe in der DIMENSIØN-Anweisung in dem Programm, in dem U und V mit Funktionswerten gefüllt werden (z.B.NXMAX = 22 für DIMENSION U (22, 38), V (22, 38))
4.)	X	REAL X(NX)	Feld der X-Koordinaten der Netzlinien
5.)	Y	REAL Y(NY)	Feld der Y-Koordinaten der Netzlinien
6.)	U	REAL U(NXMAX, NY)	Feld der Vektorkomponenten in X-Richtung
7.)	V	REAL V(NXMAX, NY)	Feld der Vektorkomponenten in Y-Richtung
8.)	NTEXT	INTEGER NTEXT (15)	Ein aus 60 Zeichen bestehender Text für die Bildunterschrift (siehe Bild 3).
9.)	IDPLØT	INTEGER	Nummer der Abbildung (siehe Bild 3).
10.)	KARTH	LØGICAL	=.TRUE., wenn X und Y-Koordinaten als karthesische Koordinaten gezeichnet werden sollen. XFUN und YFUN sind dann überflüssig.

	Argument-Name	Typ	Bedeutung
			=.FALSE., wenn die X- und Y-Koordinaten als krummlinige Koordinaten X_K und Y_K interpretiert werden sollen. XFUN und YFUN müssen dann definiert sein.
11.)	XFUN	EXTERNAL	Name eines FUNCTIØN-Unterprogramms zur Berechnung der karthesischen Koordinaten X_K aus X und Y. X_K = XFUN(X, Y).
12.)	YFUN	EXTERNAL	Name eines FUNCTIØN-Unterprogramms zur Berechnung der kathesischen Koordinaten Y_K aus X und Y. Y_K = YFUN (X, Y)
13.)	NN	INTEGER	Länge der Arbeitsfelder XP, YP. NN $\geq$ MAXO (NX, NY)
14.)	FAKT	REAL	Multiplikationsfaktor zur problemorientierten Beeinflussung der Länge der Vektorsymbole in der Zeichnung. (Sollte im 1. Lauf gleich 1. sein).
15.)	XP	REAL XP (NN)	Arbeitsfeld
16.)	YP	REAL YP (NN)	Arbeitsfeld
17.)	XTEXT	REAL XTEXT (3)	Ein aus maximal 12 Zeichen bestehender Text, der durch zwei Punkte abgeschlossen wird, z.B. 'X-Achse..'. (siehe Bild 3)
18.)	YTEXT	REAL YTEXT (3)	Ein aus maximal 12 Zeichen bestehender Text, der durch zwei Punkte abgeschlossen wird (s.o.).
19.)	XZ	REAL	Länge der Zeichnung in waagerechter Richtung in Metern.

	Argumenten-Name	Typ	Bedeutung
20.)	YZ	REAL	Länge der Zeichnung in senkrechter Richtung in Metern, $YZ \leq 0.65$. (Diese Beschränkung ist von der Plotter-Type abhängig).

7. Anwendungsvorschrift für PLØTHV

PLØTHV ist eine Fortran-Subroutine und wird aufgerufen durch:

```
CALL PLØTHV (NX, NY, F, X, Y, NH, HV, NV, IDNV, XZ, YZ, IDPLØT,
             NTEXT, XTEXT, YTEXT, KMAX, N1MAX, XP, YP, S, DREI,
             KARTH, U, V, NABFR, FAKT, XFUN, YFUN)
```

Argumenten-Name		Typ	Bedeutung
1.)	NX	INTEGER	Zahl der Netzlinien in X-Richtung
2.)	NY	INTEGER	Zahl der Netzlinien in Y-Richtung
3.)	F	REAL F(NXMAX,NY)	Funktionswerte F(I.J) I = 1,2, ..., NX; J = 1,2, ..., NY NX $\leq$ NXMAX
4.)	X	REAL X(NX)	Feld der X-Koordinaten der Netzlinien
5.)	Y	REAL Y(NY)	Feld der Y-Koordinaten der Netzlinien
6.)	NH	INTEGER	Zahl der Höhen, für die Höhenlinien gezeichnet werden sollen
7.)	HV	REAL HV(NH)	Werte der Höhen H, für die die Kurven F(X,Y) = H gezeichnet werden sollen
8.)	NV	INTEGER NV(NH)	0 $\leq$ NV(I) $\leq$ 9, I = 1,2, ... NH NV(i) identifiziert ein Punktzeichen gemäß PLOTA, mit dem die Höhenlinien gekennzeichnet werden, wenn IDNV > 0 ist. Die Höhe der zugehörigen Höhenkurve wird in einer Legende zu dem Punktzeichen in der Zeichnung angegeben.
9.)	IDNV	INTEGER	Bei der Zeichnung des Höhenpolygonzugs wird jeder IDNV-te Knickpunkt mit dem Punktzeichen gekennzeichnet, wenn IDNV > 0 ist. (Empfehlenswert: IDNV $\geq$ 10)

Nr.	Argumenten-Name	Typ	Bedeutung
10.)	XZ	REAL	Länge der Zeichnung in waagrechter Richtung in Metern
11.)	YZ	REAL	Länge der Zeichnung in senkrechter Richtung in Metern $YZ \leq 0.65$ (Diese Beschränkung ist von der Plotter-Type abhängig.)
12.)	IDPLØT	~~REAL~~ Int.	Nummer zur Identifizierung der Zeichnung, (Bild 3)
13.)	NTEXT	DIMENSION NTEXT(15)	Ein aus 60 Zeichen bestehender Text, der als Unterschrift unter die Abbildung gesetzt wird.
14.)	XTEXT	beliebig	Ein aus maximal 12 Zeichen bestehender Text, der zur Kennzeichnung der X-Koordinate verwendet wird; der Text muß mit zwei Punkten enden; z.B. 'X-ACHSE..'
15.)	YTEXT	beliebig	Text zur Kennzeichnung der Y-Koordinate; vergl. XTEXT.
16.)	KMAX	INTEGER	Länge der Arbeitsfelder XP und YP; KMAX muß größer als 6 und sollte größer als 6 * (NX+NY)-2 sein. Für KMAX < 7 endet PLOTHL mit Fehlermeldung IDPLOT=-1000 000; für KMAX ≤ (6*(NX+NY)-2) wird die Darstellung der Bereichsumrandung stark vereinfacht und im Falle nichtkarthesischer Koordinaten zudem sehr ungenau.
17.)	NXMAX	INTEGER	1. Angabe der DIMENSION-Anweisung für F in dem Programm, in dem F mit den Funktionswerten gefüllt wird.

Argumenten-Name		Typ	Bedeutung
18.)	XP	REAL XP(KMAX)	Arbeitsfeld
19.)	YP	REAL XP(KMAX)	"
20.)	S	LØGICAL*1 S (NX,NY) oder REAL $S(\frac{NX+3}{4}, \frac{NY+3}{4})$	"
21.)	DREI	LOGICAL	=.TRUE., wenn der Mittelpunkt einer Masche mit zur Bestimmung der Höhenkurven herangezogen werden soll. =.FALSE. sonst. Für DREI=.TRUE. ist das Ergebnis genauer, der Zeichenaufwand aber größer.
22.)	KARTH	LØGICAL	=.TRUE., wenn die X- und Y-Koordinaten als karthesische Koordinaten gezeichnet werden sollen; XFUN und YFUN sind dann überflüssig. =.FALSE., wenn die X- und Y-Koordinaten als krummlinige Koordinaten interpretiert werden sollen; XFUN und YFUN müssen definiert sein.
23.)	XFUN	EXTERNAL	Name eines FUNCTION-Unterprogramms zur Berechnung von XK = XFUN(X,Y)
24.)	YFUN	EXTERNAL	Name eines FUNCTION-Unterprogramms zur Berechnung von YK = YFUN(X,Y).
25.)	U	REAL U(NXMAX,NY)	Feld der Vektorkomponenten in X-Richtung
26.)	V	REAL V(NXMAX,NY)	Feld der Vektorkomponenten in Y-Richtung

Argumenten-Name		Typ	Bedeutung
27.)	NABFR	INTEGER	=0: Höhenlinien und Vektoren in einer Zeichnung (alle Argumente erforderlich) =1: Höhenlinienplot (Argumente 25 und 26 nicht erforderlich, aber als DUMMY einzufügen) =2: Vektorplot (Argumente 3, 6, 7, 8, 9, 20, 21 nicht erforderlich, aber als DUMMY einzufügen)
28.)	FAKT	REAL	Multiplikationsfaktor zur problemorientierten Beeinflussung der Länge der Vektorsymbole in der Zeichnung. (Sollte im 1. Lauf gleich 1. sein)
29.)	XFUN	EXTERNAL	FUNCTIØN-Unterprogramm zur Berechnung der karthesischen Koordinaten X_K aus X und Y. X_K = XFUN(X,Y)
30.)	YFUN	EXTERNAL	FUNCTIØN-Unterprogramm zur Berechnung der karthesischen Koordinaten Y_K aus X und Y. Y_K = YFUN(X,Y).

8. Anwendungsbeispiele

Die Abbildungen 4 und 5 zeigen Anwendungen des Programms PLØTVE. Die Vektorkomponenten wurden mit dem Pseudozufallszahlengenerator RN /¯5_7 erzeugt: U(I,J) = RN(0), V(I,J) = RN(0). Für beide Zeichnungen wurden krummlinige Koordinatensysteme verwendet (KARTH=.FALSE). Für die Umrechnung wurden folgende Funktionen angegeben:

```
Abb. 4:    XFUN(X,Y) = X * SIN(Y)
           YFUN(X,Y) = X * CØS(Y)

Abb. 5:    XFUN(X,Y) = (X * CØS(Y))/(1+A * CØS(X))
           YFUN(X,Y) = (X * SIN(Y))/(1+A * CØS(Y))
           mit A = 0.5
```

Für Abb. 4 wurde PLØTVE mit folgenden Parametern aufgerufen.

NX=20, NY=30, NXMAX=20, X(I)=X(I-1)+1.,
Y(I)=Y(I-1)+3.14153/29, (mit X(1)=10., Y(1)=0.),
NTEXT = 'RANDØMES VEKTØRFELD IN ZYLINDERKØØRDINATEN', IDPLØT=4,
KARTH=.FALSE., NN=30, FAKT=1., XTEXT='X-ACHSE.',
Y.TEXT='YACHSE', XZ=0.254, YZ=0.254.

Die Parameter für den Aufruf zu Abb. 5 waren:

NX=20, NY=20, NXMAX=20, X(I)=X(I-1)+1.,
Y(I)=Y(I-1)+3.14159/19. (mit X(1)=10., Y(1)=0.),
NTEXT='RANDØMES VEKTØRFELD IN ELLIPTISCHEN KØØRDINATEN',
IDPLØT=5, KARTH=.FALSE., NN=20, FAKT=1., XTEXT='X-ACHSE',
YTEXT='Y-ACHSE', XZ=0.254, YZ=0.254.

Die beiden Abbildungen 6 und 7 stellen numerisch ermittelte dreidimensionale Strömungsfelder dar, gezeichnet durch das Programm PLØTHV.

Literatur

[1] U.Schumann
PLØTHL - Ein Fortran IV-Unterprogramm zur Darstellung von Funktionen von zwei unabhängigen Variablen durch ihre Höhenlinien auf einem Plotter
Kernforschungszentrum Karlsruhe, KFK 1486 (Okt. 1971)

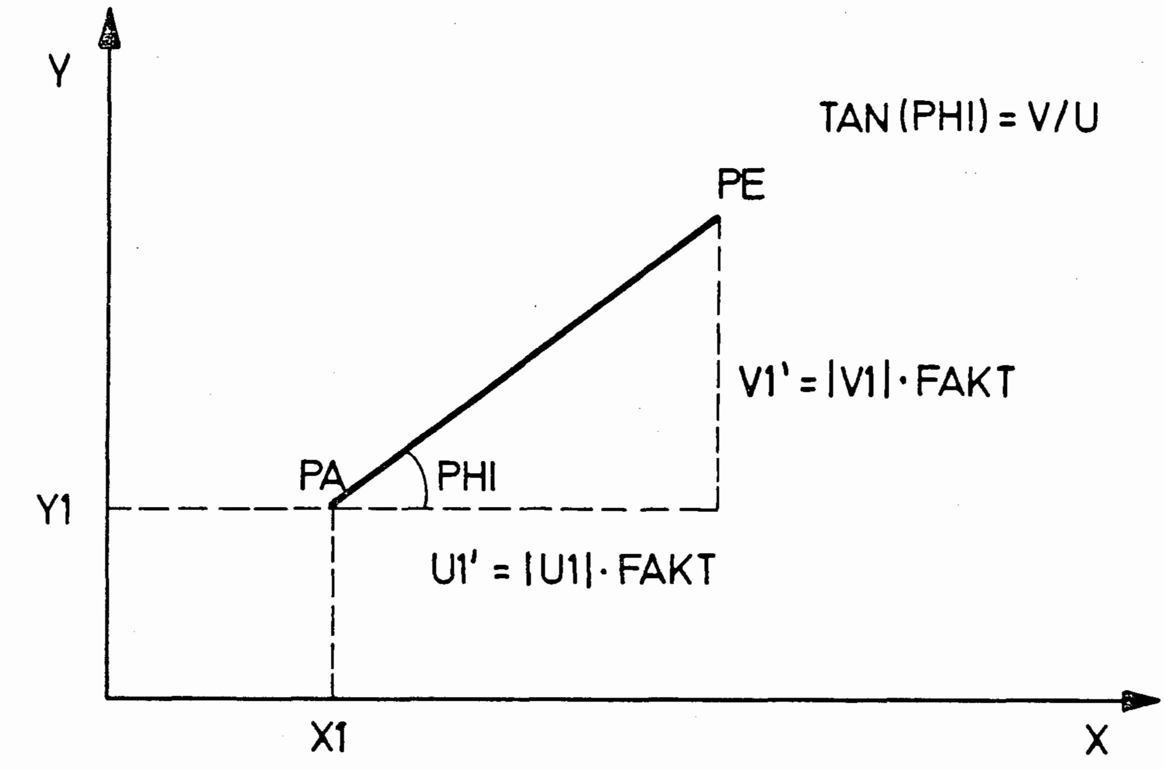
[2] S.Heine
PLØTA - Ein verallgemeinertes Plot-Programm
(1967) (unveröffentlicht)

[3] K.Leinemann
PLØTA, Fortran-IV-Routinen zur Umsetzung von 1130-PLØTA-Aufrufen in Aufrufe der CALCØMP-Software
(unveröffentlicht)

[4] P.Fette, K.Gogg, S.Wirtz
Anleitung für die Benutzung der Calcomp-Software
(unveröffentlicht)

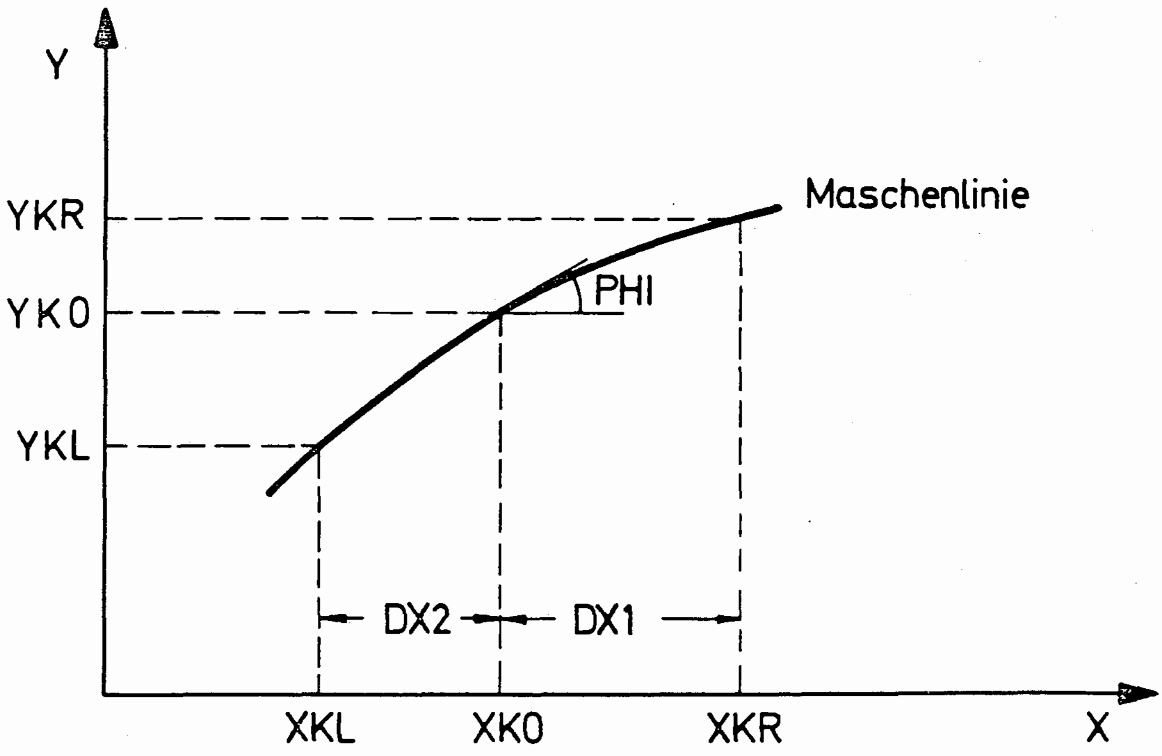
[5] D.S.Seraphin
A Fast Randon Number Generator for IBM 360
COMM. of the ACM 12 (1969), 635

[6] K.Gogg
CØNVX, FØRTRAN-Unterprogramm für die IBM/360 zur Umwandlung von in maschineninterner Darstellung vorliegenden Test- und Flutkommazahlen in alphanumerische Darstellung (1970)
(unveröffentlicht)



Y
TAN (PHI) = V/U
PE
V1' = |V1| · FAKT
PA
PHI
Y1
U1' = |U1| · FAKT
X1
X

Abb. 1



Y
YKR
Maschenlinie
YK0
PHI
YKL
DX2
DX1
XKL
XK0
XKR
X

Abb. 2

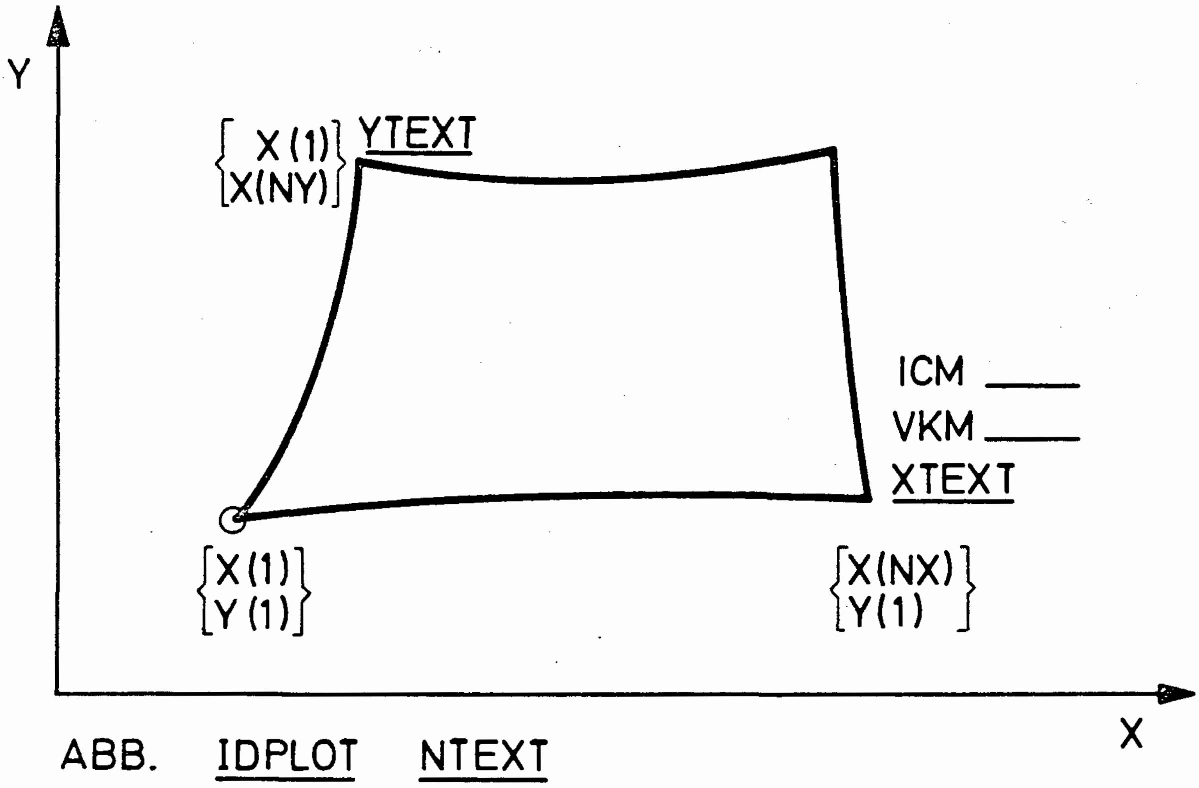


Abb. 3

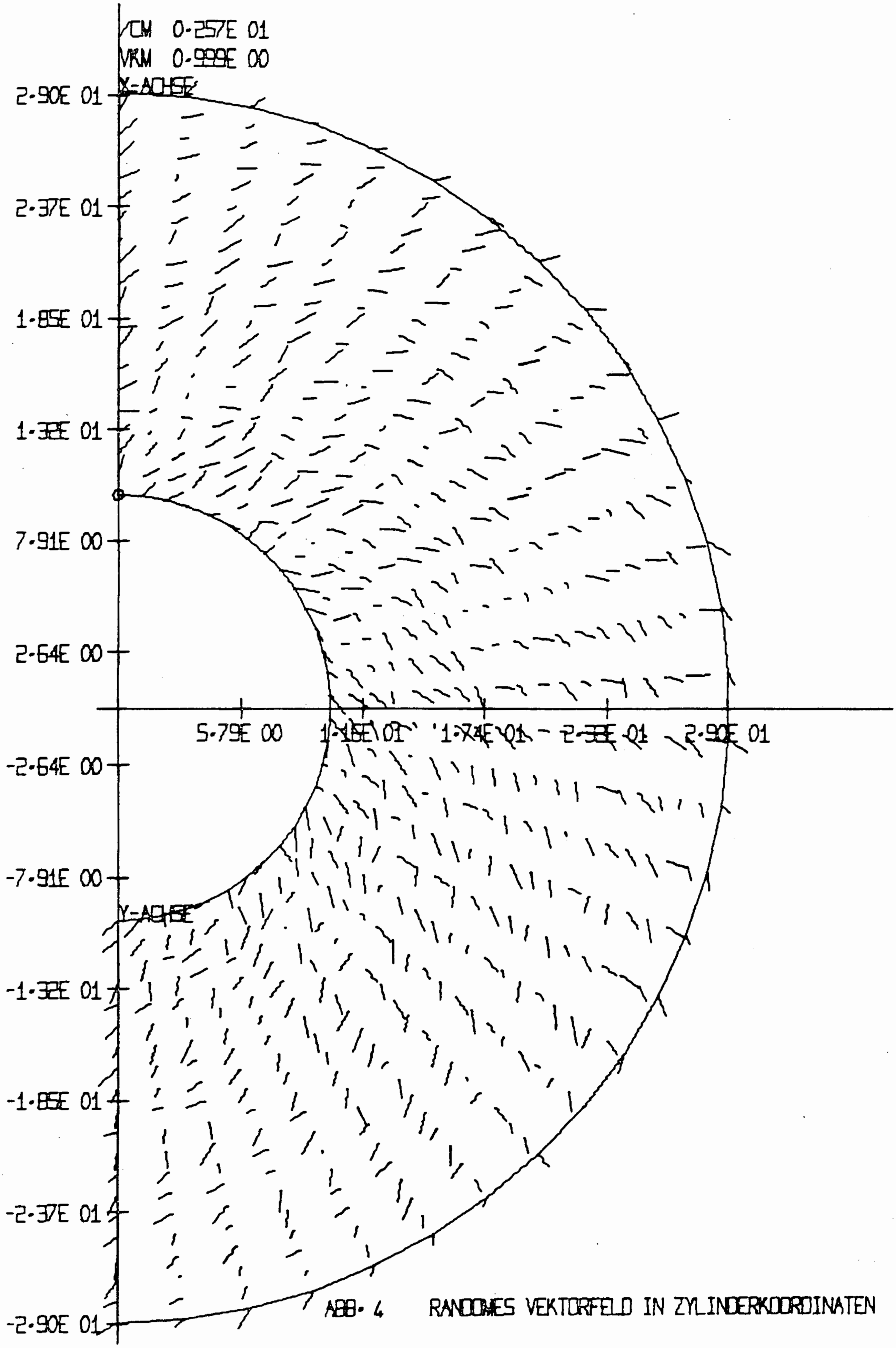


ABB. 4 RANDOMES VEKTORFELD IN ZYLINDERKOORDINATEN

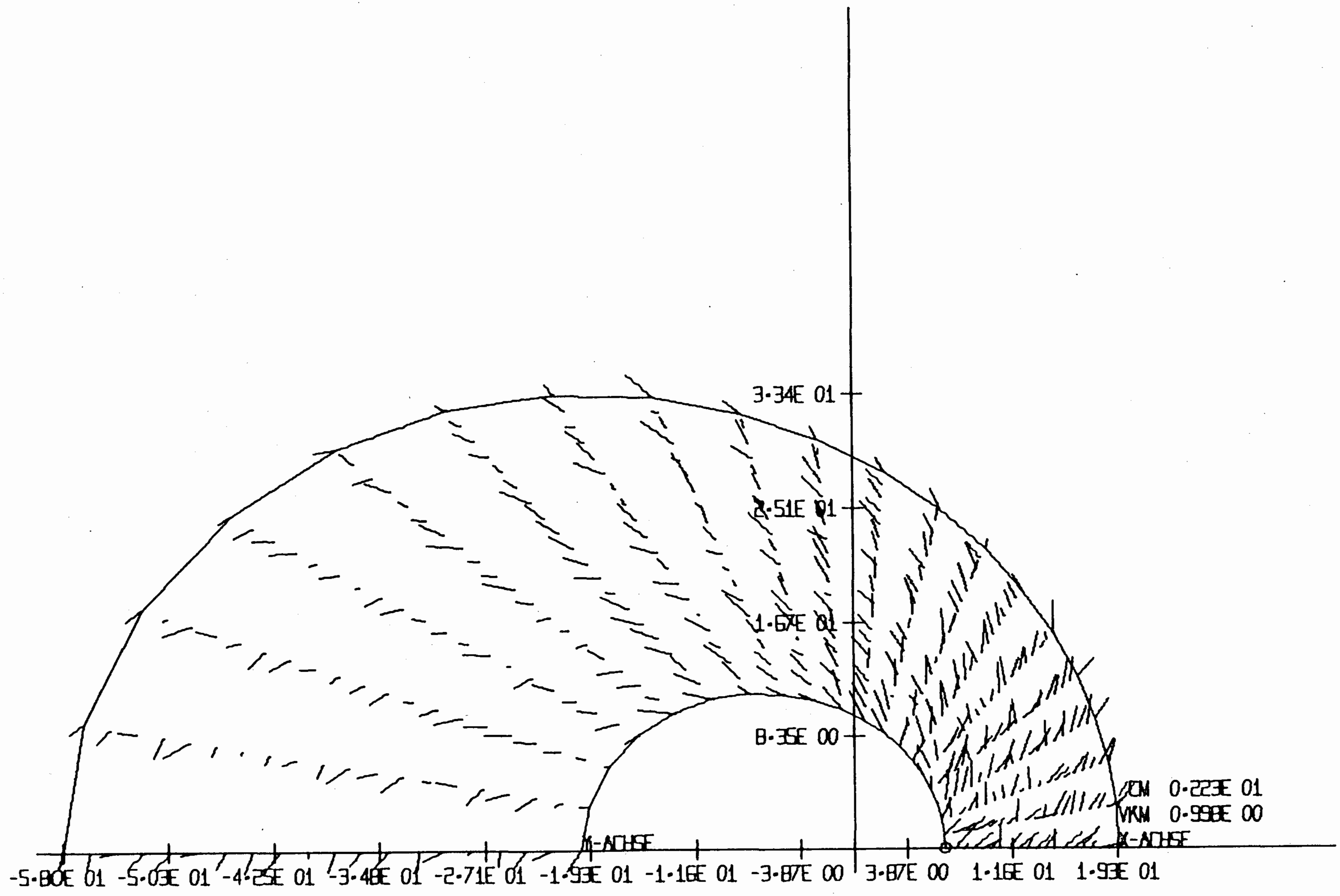


ABB. 5 RANDOMES VEKTORFELD IN ELLIPTISCHEN KOORDINATEN

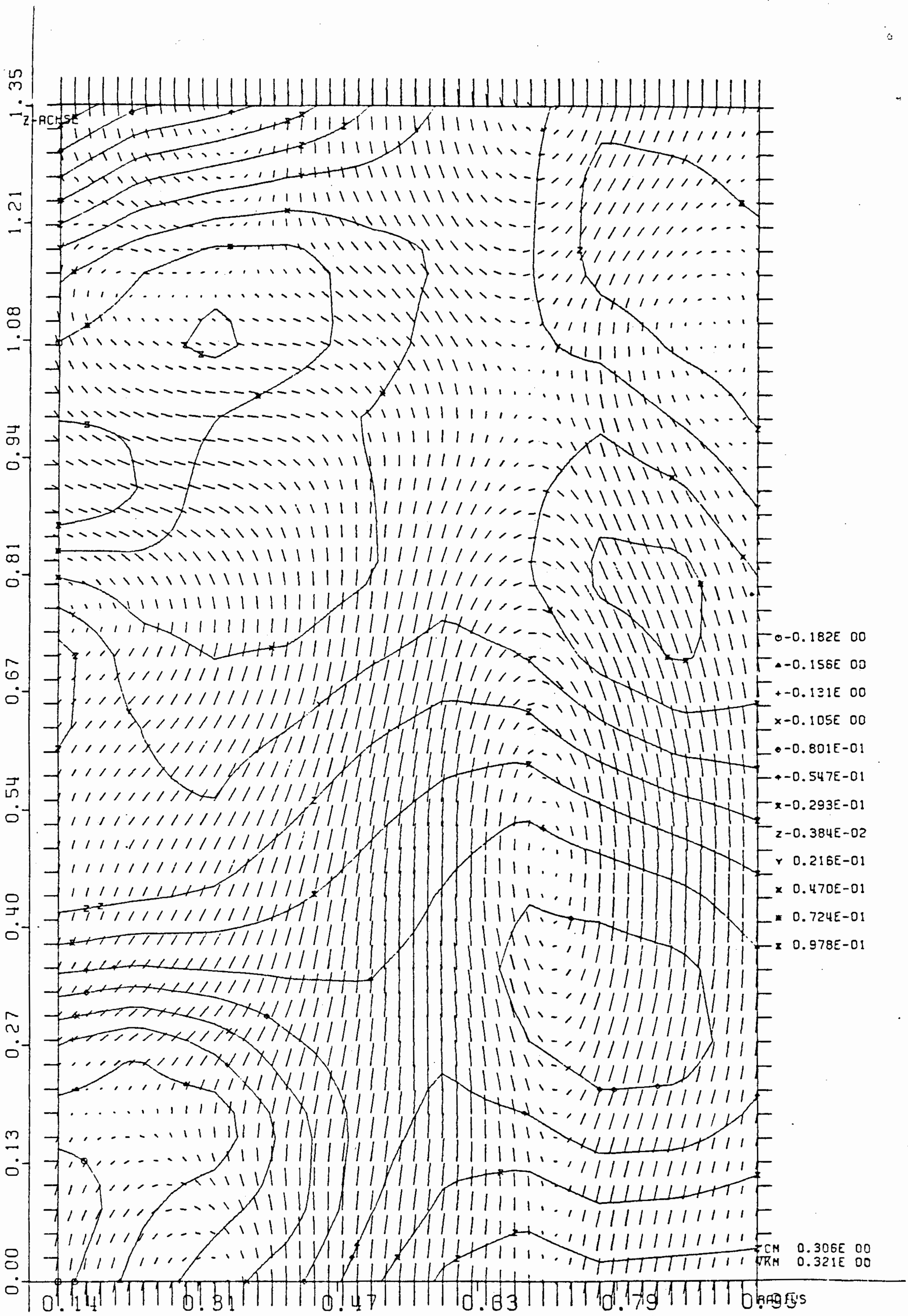


ABB.6 R-Z-EBENE. J = 6 19.05.7213.27.37VZ T= 0.321 V1

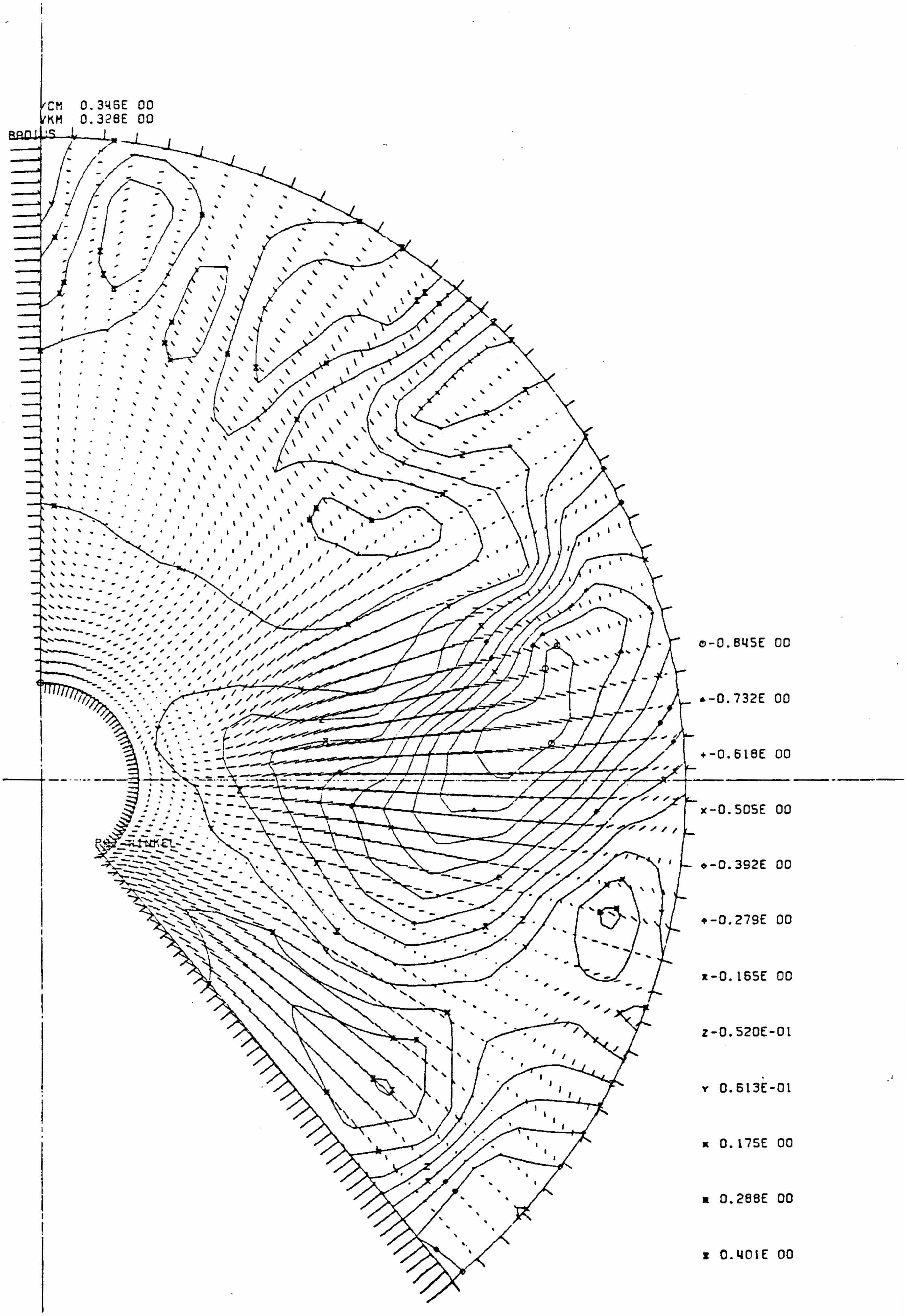


ABB.7 R-P-EBENE, K = 6 19.05.7213.27.37VZ T= 0.321 V1